Karsten Prüß

Kernforschungspolitik in der Bundesrepublik Deutschland

edition suhrkamp

SV

Karsten Prüß

Kernforschungspolitik in der Bundesrepublik Deutschland

edition suhrkamp
SV

edition suhrkamp

Redaktion: Günther Busch

Karsten Prüß, geboren am 20. Mai 1944, studierte Physik, Mathematik und Chemie in Berlin und Frankfurt am Main. 1972 Promotion über ein Thema aus dem Gebiet der Schwerionen-Kernphysik bei W. Greiner, seither Mitarbeiter der Forschungsgruppe Wissenschaftsplanung im Fachbereich Gesellschaftswissenschaften der Universität Frankfurt.

Die vorliegende Studie berichtet über die Entfaltung einer Atompolitik in der Bundesrepublik Deutschland durch eine Koalition aus Industrie, Staatsverwaltung und Wissenschaft seit 1955. Sie analysiert Triebkräfte, Zielsetzungen, praktisch-organisatorische Durchführung und Erfolg dieser Politik, insbesondere hinsichtlich der kernphysikalischen Grundlagenforschung. Als Fallbeispiel zur Wissenschaftslenkung wird im Detail der Entstehungsprozeß eines kernphysikalischen Großforschungslabors, der Gesellschaft für Schwerionenforschung mbH (GSI), rekonstruiert. An diesem Beispiel wird die enge Verzahnung innerwissenschaftlicher Entwicklung und öffentlicher Forschungspolitik nachgewiesen; Ausmaß und Grenzen einer Politisierung von Grundlagenforschung werden analysiert.

Karsten Prüß

Kernforschungspolitik in der Bundesrepublik Deutschland

Projekt Wissenschaftsplanung

Suhrkamp Verlag

edition suhrkamp 715
Erste Auflage 1974
 Satz, in Linotype Garamond, Druck und Bindung bei Georg Wagner, Nördlingen. Gesamtausstattung Willy Fleckhaus.

Inhalt

Vorwort 7

I Atompolitik und Schwerionenforschung 12

II Kernforschungspolitik in der BRD 16
1 Internationale und nationale Voraussetzungen 17
2 Forschung, Entwicklung, Innovation (FEI) – Bedingungszusammenhang und Problemstellungen 25
3 Triebkräfte und Ziele beim Aufbau einer zivilen Atomwirtschaft 31
4 Die Lenkung von Kernforschung und Kerntechnik 38
5 Grundzüge der Atompolitik ab 1956 57
6 Das 2. Atomprogramm (1963-1967) 76
7 Das 3. Atomprogramm (1968-1972) 89

III Nuclear physics community: Entwicklung der Schwerionenforschung 106
1 Einführung 106
2 Frühe Schwerionen-Kernphysik 117
3 Schwerionen-Kernphysik zwischen Gatlinburg (1958) und Heidelberg (1969) 126

IV Die Entstehung der GSI 145
1 Einführung 145
2 Die Entwicklung von Schwerionenbeschleunigern in der BRD 149
3 Die Initiative der Kernphysikalischen Arbeitsgemeinschaft Hessen (KAH) zur Errichtung eines Schwerionenbeschleunigers 165
4 Die Initiative der Gesellschaft für Kernforschung (Karlsruhe) zur Errichtung eines Schwerionenbeschleunigers 194
5 Vorbereitung und Vollzug der Grundsatzentscheidungen zur GSI 203
6 Die GSI: Gründung, Aufbau, Tätigkeit (1969-1974) 235

V Probleme der Wissenschaftsentwicklung 275
1 Die Vergesellschaftung der Wissenschaft 276
2 Steuerung der Wissenschaftsentwicklung 292

VI Anhänge 317

Literaturverzeichnis 370
Verzeichnis der Abkürzungen 374

Vorwort

Die vorliegende Arbeit ist im Rahmen des Forschungsprojekts »Wissenschaftsplanung« entstanden, das 1971 von einigen Natur- und Sozialwissenschaftlern der Universität Frankfurt begonnen wurde (vgl. J. Hirsch und D. Wetzel, *Die Staatsverwaltung als Planungsbehörde des wissenschaftlich-technischen Fortschritts*, Projektentwurf 1970). Die Fragestellung des Projekts richtet sich vor allem auf die durch die Entstehung einer systematischen administrativen Wissenschafts- und Technologiepolitik gekennzeichneten Veränderungen des Staatsinterventionismus und auf die Konsequenzen der Versuche zu einer planmäßigen Einbeziehung wissenschaftlicher Arbeit in den gesellschaftlichen Reproduktionsprozeß unter kapitalistischen Bedingungen.

Von Anfang an war klar, daß eine derartige Untersuchung nicht einfach als bereichs- und institutionenbezogene Analyse eines staatlichen Interventionssektors – eben von »Wissenschaftspolitik«, ihren Organisationsformen und Methoden – angelegt sein kann. Vielmehr war es notwendig, zunächst einige grundlegende, die Struktur und Entwicklung fortgeschrittener kapitalistischer Systeme im internationalen Maßstab betreffende Probleme theoretisch und empirisch anzugehen. Unsere These ist, daß der fundamental krisenhafte Verlauf des Kapitalakkumulationsprozesses in den kapitalistischen Metropolen gesamtökonomisch eine progressive Entwicklung der Produktionstechnologie erzwingt, die von den unter Monopolbedingungen konkurrierenden Einzelkapitalen strukturell nicht oder in nicht adäquater Form produziert wird. Staatliche Wissenschaftspolitik ist damit als spezifische, durch den historisch erreichten Stand kapitalistisch vorangetriebener Vergesellschaftung der Produktion erzwungene Form administrativer Gewährleistung »allgemeiner Produktionsbedingungen« zu interpretieren, die allerdings mit der Monopolisierung des Kapitals und gemäß dem Entwicklungsstand der Weltmarktkonkurrenz jeweils besondere Form annimmt. Von diesem Ansatz her muß die Frage nach der »Steuerungs- und Planungskapazität« des Staatsapparates in

bezug auf eine interventionistische Regulierung des kapitalistischen Reproduktionsprozesses gestellt werden, d. h. man muß zu klären versuchen, ob und wie der auf dem kapitalistischen Klassenantagonismus beruhende ökonomische und gesellschaftliche Krisenprozeß durch planmäßige Staatsintervention tatsächlich modifiziert werden kann und welche Konsequenzen dies für eine Konstitution des Proletariats als »Klasse für sich« hat.

Dazu gehört die Untersuchung der Art und Weise, in der ökonomische Widersprüche und Klassengegensätze im politischen Apparat des bürgerlichen Staates zum Ausdruck kommen, der Frage, inwieweit die materialen Inhalte des Wissenschaftsprozesses selbst von den Imperativen einer politischen und ökonomischen Stabilisierung der kapitalistischen Gesellschaftsformation beeinflußt werden und welche Rückwirkungen beides auf den politischen Prozeß und die Entwicklung der Klassenauseinandersetzungen hat.

Damit waren für das Projekt zunächst mehrere globale, die Struktur- und Entwicklungsdeterminanten »spätkapitalistischer« Systeme generell betreffende Untersuchungsbereiche definiert. Einmal waren im Kontext einer politischen Ökonomie bürgerlicher Herrschaftssysteme die Bedeutung von Wissenschaft und Technik für den gesellschaftlichen Reproduktionsprozeß und die daraus resultierenden Konsequenzen für die Struktur wissenschaftlicher Theoriebildung sowie die reale Entwicklung von »Wissenschaftsalternativen« allgemein zu bestimmen. Zum anderen war es notwendig, auf der Basis einer theoretisch-kategorialen Klärung der den Akkumulations- und Krisenprozeß des Kapitals bestimmenden Gesetzmäßigkeiten den historischen Verlauf dieses Prozesses auf Weltmarktebene, den Charakter und die Bewegungsform internationaler Monopolkonkurrenz und deren Rückwirkungen auf die Struktur und Funktionsweise des bürgerlichen Nationalstaats zu klären. Eine Untersuchung konkreter interventionsstaatlicher Regulierung in dem so entwickelten Kontext setzt schließlich eine theoretische Bestimmung der grundlegenden Form- und Funktionsdeterminanten des bürgerlichen Staates und der für eine Untersuchung administrativer Planungs- und Entscheidungsprozesse relevanten Analyseansätze voraus. In diesem Untersuchungszusammenhang sind

dann mehrere bereichsbezogene und detaillierte Analysen spezifischer Aspekte staatlicher Wissenschafts- und Technologiepolitik in der BRD vorgenommen worden, deren Funktion es war, die globalen Theorieansätze unter Einbeziehung historischer Entwicklungen empirisch zu konkretisieren. Sie richten sich vor allem auf die politisch-ökonomischen Grundlagen der Herausbildung einer Atomindustrie in der BRD und die Struktur und Funktionsweise des in diesem Sektor dominierenden Staat-Monopol-Komplexes sowie auf den Modus der Funktionalisierung einer nach wie vor spezifischen Eigenregulativen gehorchenden naturwissenschaftlichen Forschung im Interesse staatlich-industrieller Technologieentwicklungs-Strategien. Zur Klärung des zuletzt genannten Zusammenhangs sind zwei Fallstudien unternommen worden, die die Entwicklung der Biotechnologie in der BRD und den Aufbau einer kernphysikalischen Grundlagen-Großforschungsanlage (Gesellschaft für Schwerionenforschung) im Rahmen des bundesrepublikanischen »Atomprogramms« zum Gegenstand haben. Beabsichtigt ist schließlich, eine zusammenfassende Analyse des staatsadministrativen Wissenschaftssteuerungsapparates in der BRD auszuarbeiten.

Untersuchungen dieser Art sind konfrontiert mit dem Problem der Vermittlung zwischen der objektiven Entwicklungslogik ökonomisch-gesellschaftlicher Strukturen und den darauf beruhenden politisch-administrativen Prozessen, die aus den objektiven Entwicklungsgesetzlichkeiten nicht schlicht auf der gleichen logischen Ebene »abgeleitet« werden können, sondern das Ergebnis der historisch-konkreten Aktionen konkurrierender Einzelkapitale, spezifischer Interessengruppen und kämpfender Klassen darstellen. Das Projekt kann nicht den Anspruch erheben, den Zusammenhang zwischen objektiv sich durchsetzenden gesellschaftlichen Entwicklungen und politischen Aktionen stringent theoretisch geklärt und empirisch konkretisiert zu haben. Um dies zu leisten, hätte es einer entwickelten Theorie und Empirie der Konkurrenz und des Monopols sowie einer empirisch gehaltvollen, differenzierten Klassentheorie bedurft, über die wir nicht verfügen konnten. Deshalb sind insbesondere die Untersuchungsteile, die sich auf der Ebene des »allgemeinen Begriffs« bewegen, mit den vorgenommenen empirischen Detailanalysen

administrativer Strukturen und politischer Prozesse bislang nur locker und noch eher interpretatorisch, kaum jedoch im Sinne eines strikten »Ableitungszusammenhangs« verbunden. Wir sind allerdings der Ansicht, daß der von uns verfolgte theoretische Ansatz in dieser Frage weiterführen kann. In der kategorial angeleiteten Untersuchung der Kapitalakkumulation als ökonomischem Krisen- und Klassenkampfprozeß unter sich durch die Bewegung des Kapitals selbst verändernden historischen Bedingungen und der daraus zu entwickelnden Bestimmung von Form und Funktion des Staates sehen wir zumindest einen Ansatz zur Herstellung eines Ableitungszusammenhangs zwischen sich objektiv durchhaltenden ökonomischen Gesetzmäßigkeiten und erscheinenden politischen Bewegungen, der über das Subsumtionsverfahren globaler Wesensbestimmungen oder einen schlichten materialistischen Funktionalismus hinausgeht und die durch die Aktion kämpfender Klassen hergestellte relative Kontingenz der historischen Entwicklung analytisch fassen kann. Dieser Ansatz müßte allerdings noch klarer ausgearbeitet, präzisiert und im Kontext umfassender empirischer Untersuchungen konkretisiert werden. Da dies von uns nicht in der notwendigen Bestimmtheit und Stringenz geleistet worden ist, haben wir auf eine geschlossene Gesamtdarstellung des Projektergebnisses verzichtet. Vielmehr werden die forschungspraktisch arbeitsteilig in Angriff genommenen Untersuchungsteile als in sich geschlossene Analyse- und Interpretationsansätze getrennt publiziert; sie stehen allerdings theoretisch und forschungsstrategisch in engem Zusammenhang und beziehen sich wechselseitig auf ihre Ergebnisse.

Im vorliegenden Band geht es darum, die staatlich angeleitete Vermittlung von Kapitalverwertungsstrategien und innerwissenschaftlich bestimmten Forschungsstrategien im konkreten wissenschaftspolitischen Prozeß anhand der BRD-Kernforschungspolitik exemplarisch aufzuklären.

Anfänglich bestand der Plan, eine ganze Reihe von Fallstudien zur staatlich vermittelten Wissenschaftslenkung anzustellen, von denen »Die Entstehung der GSI« nur eine erste sein sollte. Diese Absicht wurde dann im Fortgang der Arbeiten aufgegeben. Aufgrund verschiedener günstiger Umstände bot sich die Möglichkeit, im Bereich Kernphysik

und Schwerionenforschung in einer sehr differenzierten Weise Informationen und Kenntnisse über bisher der Öffentlichkeit kaum bekannte Aspekte der Wissenschaftspolitik zu erlangen. Statt über eine größere Anzahl von Wissenschaftsprojekten jeweils nur weniges zu ermitteln wurde daher angestrebt, bei Beschränkung auf einen engen Gegenstandsbereich (Atomkerne) dort in zugleich umfassender und detaillierter Weise die vielschichtigen Vermittlungsprozesse der verschiedenen in die Wissenschaftspolitik eingehenden Interessen und Strategien zu untersuchen. Dabei bestand die Erwartung, daß der durch die Identität des Gegenstandsbereichs erzwungene und durch seine Beschränkung überschaubare Zusammenhang von auf ihn gerichteten wissenschaftlichen, technischen, industriell-verwertungsorientierten und allgemein-politischen Interessen eher als eine größere Anzahl von notwendig oberflächlichen Fallstudien gewährleisten würde, alle wesentlichen überhaupt bei der Einbeziehung von Wissenschaft in Kapitalverwertung auftretenden Probleme und Eigentümlichkeiten tatsächlich in den Blick zu bekommen.

Die vorliegende Arbeit hätte ohne die bereitwillige Unterstützung einer größeren Anzahl von an Kernforschung und Kernforschungspolitik Beteiligten und Interessierten nicht durchgeführt werden können.

Für Auskünfte, die Bereitstellung von Unterlagen sowie für Anregungen und Kritik danken wir den Physikern P. Armbruster, K. Bethge, R. Bock, G. Böhme, D. Böhne, W. Greiner, H. Klein, W. von Oertzen, E. Rössle, J. Scheer, Ch. Schmelzer, E. Schopper und W. Walcher.

Zu danken haben wir weiterhin der Stiftung Volkswagenwerk, deren finanzielle Förderung die Durchführung dieses Projekts möglich gemacht hat.

Frankfurt a. M., im Juni 1974

Projektgruppe Wissenschaftsplanung

I Atompolitik und Schwerionenforschung

Seit Mitte der 50er Jahre wurde in der Bundesrepublik – vor allem auf Betreiben der an zukunftsträchtigen Investitionsgelegenheiten und kostengünstiger Energieversorgung interessierten Industrie – eine intensive staatliche FEI-Politik[1] im Atombereich betrieben. Im Mittelpunkt standen dabei Entwicklung und Bau von Kernkraftwerken. Aufgrund der bis Mitte der 60er Jahre anhaltenden langen Prosperitätsphase der westdeutschen Wirtschaft konnte der Staat großzügige finanzielle Mittel für die Atompolitik bereitstellen.[2] Daher konnten sich die staatlichen Förderungsprogramme am fortgeschrittensten internationalen Standard orientieren, wie er vor allem durch die wissenschaftlichen, technischen und industriellen Kapazitäten der USA bestimmt war.

Aufgrund der stofflichen Gegebenheiten der Kernenergieproduktion ist ihre Entwicklung und Durchführung nur im Zusammenwirken mit einer fungierenden nuclear physics community möglich. Integrierter Bestandteil der staatlichen Atompolitik war daher eine kräftige Förderung der kernphysikalischen Grundlagenforschung. Sie wurde gelenkt durch »Institutionalisierung des wissenschaftlichen Selbststeuerungsmechanismus in der Exekutive« (Weingart)[3] mittels parametrischer Steuerung[4]. Im Ergebnis der kräftigen Förderung erfolgte ein schnelles Wachstum der westdeutschen nuclear physics community (Anzahl und Ausstattung von kernphysikalischen Labors; Anzahl der kernphysikalisch Arbeitenden)[5]. Ab Anfang der 60er Jahre fanden die westdeutschen Kernphysiker zunehmend Anschluß an ihre ausländischen Kollegen und Konkurrenten und wandten sich mehr und mehr ehrgeizigen »Frontforschungs«-Projekten zu.

Innerhalb der internationalen nuclear physics community ist infolge entscheidender apparativer Fortschritte ab 1960, die den der experimentellen Kernphysik zugänglichen Phänomenbereich erheblich ausweiteten und dadurch zahlreiche Erstentdeckungen ermöglichten, ein schneller Aufschwung der Schwerionenforschung zu verzeichnen. Ab Mitte der 60er

Jahre gelingt der Schwerionenforschung der Durchbruch zu präzisen experimentellen und – mit einer Verzögerung von einigen Jahren – auch theoretischen Methoden und Ergebnissen, wie sie in der übrigen »Leichtionen-Kernphysik« schon lange üblich waren. Die Schwerionenforschung wird zu einer wichtigen Front kernphysikalischer Forschungsanstrengungen.

Unter den gegebenen Bedingungen – in wissenschaftspolitischer Hinsicht: großzügige Förderung der Kernforschung; in wissenschaftlicher Hinsicht: Aufschwung der Schwerionen-Kernphysik – entwickelten sich in der BRD seit Anfang der 60er Jahre mehrere Initiativen zur Konzipierung anspruchsvoller Schwerionenbeschleuniger. Ihnen folgten ab 1966 konkrete Institutionalisierungsinitiativen, die schließlich Ende 1969 zur Gründung der GSI[6] als Rechtsträger eines nationalen Großforschungslabors für die – hauptsächlich kernphysikalische – Schwerionenforschung führten.

Die vorliegende Studie entstand unter der ursprünglichen Zielvorstellung, eine Fallstudie über die Entstehung der GSI zu erarbeiten. Am Beispiel der Entstehung eines kernphysikalischen Großforschungszentrums sollte das Zusammenwirken von Staat, Wirtschaft und Wissenschaft in wissenschaftspolitischen Initiativ-, Planungs- und Entscheidungsprozessen untersucht werden.

In bisherigen Untersuchungen zur Wissenschaftspolitik sind vor allem die organisatorischen Strukturen wissenschaftspolitischer Lenkungsapparate und die Voraussetzungen und Resultate ihrer Planungsentscheidungen thematisiert worden (z. B. Wissenschaftsfinanzen). Demgegenüber zielte die Fallstudie darauf, das weitgehend unter Ausschluß der Öffentlichkeit stattfindende tatsächliche administrative Entscheidungshandeln im Bereich der Wissenschaftspolitik beispielhaft zu rekonstruieren, um Hinweise auf charakteristische Elemente und Restriktionen dieses Prozesses zu liefern. Ausgangspunkt für Anlage und Auswahl der Darstellung war die Forderung, über die Entstehung der GSI in einer Weise zu berichten, daß sowohl die Aktionshorizonte der unmittelbar daran Beteiligten als auch die zugrunde liegende Entwicklungslogik in der öffentlichen Wissenschaftspolitik einerseits und in Kernphysik/Beschleunigerbau andererseits (einschließ-

lich ihrer Vermittlungen) erkennbar würden. Dementsprechend muß die Rekonstruktion des Entstehungsprozesses der GSI auf einer Darstellung der Kernforschungspolitik in der BRD einerseits, der Entwicklung der internationalen nuclear physics community andererseits aufbauen. Die Darstellung dieser beiden »Säulen«, auf denen die Fallstudie im engeren Sinne ruht, erfolgt in den Teilen II »Kernforschungspolitik in der BRD« und III »Nuclear physics community: Entwicklung der Schwerionenforschung«. Das Schwergewicht liegt dabei auf der Darstellung empirischer Abläufe und Gegebenheiten, wobei allerdings einige Überlegungen über begriffliche und methodische Probleme nicht zu umgehen sind.

Teil IV »Die Entstehung der GSI« ist ein weitgehend »theorieloser« Bericht. Teil V schließlich enthält einige Interpretationen und Schlußfolgerungen, die durch die vorangegangene Untersuchung nahegelegt werden. Die Teile II und III einerseits und IV andererseits ergänzen einander insofern, als II und III weitgehend auf einer globalen generalisierenden (und daher notwendig schematisierenden) Ebene angelegt sind, während IV eine differenzierte Innenansicht wissenschaftlicher und wissenschaftspolitischer Initiativ-, Planungs- und Entscheidungsprozesse bietet.

Es liegt auf der Hand, daß der Entstehungs- und Bedingungszusammenhang kernphysikalischer Problemstellungen nur im Zusammenhang einer auf fachwissenschaftliche Details eingehenden Untersuchung geklärt und dargestellt werden kann. Die entsprechenden Abschnitte von Teil III werden daher dem Nicht-Physiker kaum zugänglich sein. Ein beschränkter Nachvollzug unserer Beweisführung – die das Walten einer zwingenden wissenschaftsintern regulierten Entwicklungslogik bei Entstehung und Entwicklung der Schwerionen-Kernphysik aufzeigen soll – sollte allerdings anhand der einführenden Kapitel III.1 und Unterkapitel sowie anhand der Einleitungen zu den verschiedenen Entwicklungsphasen der Schwerionen-Kernphysik (III.2 »Frühe Schwerionen-Kernphysik«; III.3 »Schwerionen-Kernphysik zwischen Gatlinburg [1958] und Heidelberg [1969]«) auch für Leser ohne naturwissenschaftliche Ausbildung möglich sein.

1 FEI = Forschung, Entwicklung, Innovation.

2 Siehe Anhang 11 und 14. – Von 1955 bis 1972 gaben Bund und Länder etwa 11,5 Mrd. DM für Atompolitik aus, davon 80% der Bund.

3 P. Weingart, *Die amerikanische Wissenschaftslobby*, Düsseldorf 1970, p. 92.

4 Siehe Kapitel II. 4.3.2.

5 Siehe Anhang 15 und 16.

6 Gesellschaft für Schwerionenforschung mbH, Darmstadt.

II Kernforschungspolitik in der BRD

Eine Geschichtsschreibung der westdeutschen Kernforschungspolitik müßte eine sich über die Jahre von 1955 bis 1974 erstreckende ausgewogene Darstellung ihrer verschiedenen Aspekte enthalten. Bemühungen auf Landesebene müßten genauso behandelt werden wie zentralstaatliche Politik; über parlamentarische Aktivitäten in der Kernforschungspolitik wäre in gleicher Ausführlichkeit zu berichten wie über die Politik von Bundes- und Landesregierungen und ihrer Beraterapparate; die Rolle der nicht-staatlichen wissenschaftsfördernden Organisationen und Stiftungen (DFG, MPG, Stiftung Volkswagenwerk, etc.) wäre zu untersuchen; neben der nationalen Politik wären die internationalen Kooperationsbeziehungen (CERN, EURATOM u. a.) zu erörtern; die Analyse der Kernphysik-Politik als des Kernstücks der Kernforschungspolitik müßte ergänzt werden durch eine Darstellung ihrer anderen (chemischen, biologischen, medizinischen, ingenieurwissenschaftlichen, geowissenschaftlichen und landwirtschaftlichen) Bereiche; neben inhaltlichen Fragen (Forschungsthemen) wären in gleicher Weise institutionelle Probleme (Struktur und Trägerschaft von Forschungsstätten) zu behandeln. Schließlich dürfte man sich nicht mit einer Analyse der Entstehung von kernforschungspolitischen Entscheidungen und Maßnahmen zufriedengeben, sondern müßte auch deren Wirkungen auf die Entwicklung von Kernforschung und Atomwirtschaft untersuchen.

Die vorliegende Studie verfolgt ein bescheideneres Programm. Anstelle der historischen steht die systematische Dimension der Kernforschungspolitik im Vordergrund, nämlich der Zusammenhang von globalen politischen Strategien mit speziellen einzelwissenschaftlichen Forschungsvorhaben. Die zeitliche und thematische Auswahl von Untersuchung und Darstellung wurde durch die Forderung bestimmt, die systematischen Aspekte des gesamten Vermittlungs- und Handlungszusammenhangs von Kapitalverwertungsstrategien über staatliche FEI-Politik bis hin zu wissenschaftspolitischen Initiativ- und wissenschaftlichen Forschungsprozessen

in einer auf die Schwerionenforschung gerichteten Perspektive exemplarisch aufzuklären.

Dementsprechend wird die Anfangsphase der BRD-Atompolitik (1956-1962) einschließlich ihrer Voraussetzungen und Bedingungen relativ breit dargestellt, um so die Entstehungs- und Bedingungszusammenhänge der späteren Entwicklungen zu ermitteln und die Einbettung der Kernforschungspolitik in umfassendere politische Strategien aufzuzeigen. Die Darstellung konzentriert sich anschließend zunehmend auf die Kernforschungspolitik und darunter vor allem auf die Beschleunigerpolitik. Die Kernforschungspolitik unterm *2. Atomprogramm* (1963-1967) ist stärker durch die Abfolge der atompolitischen Prioritäten vor 1963 als z. B. durch die Reaktorentwicklungspolitik während des *2. AtP* bestimmt. Für die Institutionalisierung der Schwerionenforschung während des *3. Atomprogramms* (1968-1972) schließlich sind Kernphysik- und Beschleunigerpolitik während des *2. AtP* bedeutsamer als originäre Entwicklungstendenzen der Kernforschungspolitik während des *3. AtP*. Wenn man in dieser Weise die für die Entstehung der GSI im Dezember 1969 bestimmenden Entwicklungen in jeweils globaleren wissenschaftspolitischen Zusammenhängen zurückverfolgt, ergibt sich auf natürliche Weise eine Auswahl für die Darstellung (die dann natürlich in der tatsächlichen zeitlich vorwärtsgerichteten Abfolge vorzunehmen ist): Je geringer der zeitliche Abstand zur Gründung der GSI wird, desto kleiner wird der für ihre Entstehung relevante und in der folgenden Studie thematisierte Bereich von Atom- und Kernforschungspolitik. Eine Analyse der hier ausgesparten unmittelbarer auf Atomwirtschaft bezogenen Bereiche der Atompolitik, insbesondere von Reaktorentwicklungsstrategien und internationaler Konkurrenz und Kooperation, findet der interessierte Leser in einem anderen Band dieser Reihe.[1]

II.1 Internationale und nationale Voraussetzungen

II.1.1 Die wissenschaftlichen Grundlagen

»Noch im Jahre 1936 soll Lord Rutherford, der Vater der englischen Atomphysik und einer der bedeutendsten Natur-

forscher unseres Jahrhunderts, gesagt haben: ›Jeder, der von einer technischen Ausnützung der Atomenergie spricht, redet Unsinn.‹«[2]

Ende 1938 machten Otto Hahn und Fritz Straßmann am damaligen Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie in Berlin eine Entdeckung[3], die von der Fachwelt als sensationell empfunden wurde[4]: Sie wiesen nach, daß Atomkerne des Urans bei Neutronenbeschuß spalten. Diese Entdeckung gab Veranlassung zu zahlreichen experimentellen und theoretischen Arbeiten. Innerhalb weniger Wochen wurden die zwei wesentlichen Merkmale der Kernspaltung erkannt und innerhalb der internationalen »physics community« bekannt; nämlich, daß sie mit der Freisetzung sehr großer Energiemengen verbunden ist, und daß bei der Kernspaltung mehrere Neutronen emittiert werden. Damit war klar, daß eine sich selbst erhaltende Kettenreaktion und damit eine technische Kernenergieerzeugung prinzipiell möglich waren.[5]

In den Jahren 1939-1942 wurde sowohl in Deutschland als auch in den USA und England mit ziemlich bescheidenen Mitteln an Untersuchungen gearbeitet, die die Anwendungsmöglichkeiten der Kernspaltung zur Energieerzeugung und zur Herstellung von Sprengstoffen ausloten sollten.[6] Im Frühjahr 1942 waren die Arbeiten auf beiden Seiten so weit gediehen, daß man wußte, wie Kernreaktoren gebaut werden müßten, und daß der Bau einer Atombombe möglich war.[7] Man erkannte auch, daß die technische Realisierung einen enormen Aufwand erfordern würde: Vielfältige und schwierige Probleme in Grundlagenforschung, angewandter Forschung sowie technologischer und apparativer Entwicklung waren zu lösen; große industrielle Kapazitäten mußten aufgebaut werden.[8] Angesichts dieser Lage entschloß sich das Oberkommando des Heeres in Deutschland, die Arbeiten mit reduziertem Tempo weiterzuführen.[9] Demgegenüber beschloß die Regierung der USA, mit allen verfügbaren Kräften und höchster Priorität die Atombombe zu entwickeln und zu bauen.[10]

II.1.2 Priorität der Rüstungstechnologie

In den Jahren 1942-1945 wurde in den USA als militärisch organisiertes Geheimprojekt (»Projekt Manhattan«) mit

einem ungeheuren Einsatz an Ressourcen (Wissenschaftler, Ingenieure, industrielle Kapazitäten, Staatsgelder) die Atombombe entwickelt.[11] Das Projekt Manhattan verschlang etwa 4 Mrd. Dollar; sehr viel mehr, als in der ganzen vorherigen Menschheitsgeschichte für wissenschaftliche Forschungs- und Entwicklungsarbeiten aufgewandt worden war.[12] Die USA gewannen hierdurch eine Führungsposition in der »Nutzung« der Kernenergie und in der Kernforschung, die sie bis auf den heutigen Tag behaupteten.

Auch in der Nachkriegszeit stand die militärische »Nutzung« der Kernenergie ganz im Vordergrund. Neben den USA bemühten sich die UdSSR, Großbritannien und Frankreich um die Entwicklung von Atom- und später Wasserstoffbomben. Wegen der militärischen Prioritäten wurden Kernforschung und Kerntechnik überall als uneingeschränktes staatliches Monopol mit strengen Geheimhaltungsvorschriften durch staatliche Behörden organisiert. Diese Behörden – in den USA die USAEC (United States Atomic Energy Commission), in Großbritannien die UKAEA (United Kingdom Atomic Energy Authority), in Frankreich das CEA (Commissariat à l'Energie Atomique) – entstanden in den Jahren 1945/46. Sie besaßen außerordentlich weitreichende Kompetenzen; so wurde die USAEC vom amerikanischen Kongreß als »most totalitarian commission in all history«[13] bezeichnet. In allen Ländern wurden die Atomaktivitäten in staatlichen Großforschungszentren institutionalisiert.

Das Atombomben-Monopol verschaffte den USA in der Nachkriegszeit eine außerordentliche Machtstellung und wurde als Instrument hegemonialer Politik benutzt. Als 1949 die Sowjetunion ebenfalls über die Atombombe verfügte, wurde in den USA die Entwicklung der Wasserstoffbombe forciert. Die Sprengkraft der ersten 1952 gezündeten Wasserstoffbombe übertraf die der Atombomben von Hiroshima und Nagasaki um mehr als das Hundertfache. Bereits 1953 war auch die UdSSR im Besitz der Wasserstoffbombe. Damit war ein nukleares Patt erreicht, welches die Voraussetzung für die Lockerung der seitherigen militärstrategisch begründeten Geheimhaltung der Atomentwicklung wenigstens im zivilen Bereich schuf. Wenige Monate nach der Zündung der ersten sowjetischen Wasserstoffbombe gab der amerikanische Präsi-

dent Eisenhower in einer Rede[14] vor der UNO die neue Orientierung der US-Atompolitik bekannt. Er bekundete die Bereitschaft der USA, an einer internationalen Kooperation zur zivilen Nutzbarmachung der Kernenergie teilzunehmen. Daraufhin organisierte die UNO die erste Konferenz über *Peaceful Uses of Atomic Energy*, die im August 1955 in Genf stattfand. Daß es zu dieser zivilen Wendung kam, war nicht zuletzt auch den wachsenden weltweiten Protesten gegen die Atomrüstung zu verdanken.

II.1.3 Zivile Nutzung der Kernenergie

Erst ab Anfang der 50er Jahre wurden in bescheidenem Umfang Anstrengungen zur Entwicklung von Kernkraftwerken unternommen.[15] Obwohl die Atommächte hier auf ihr im Zusammenhang militärtechnischer Entwicklungen aufgebautes wissenschaftliches, technisches und industrielles Potential zurückgreifen konnten, gestaltete sich die Entwicklung von Kernkraftwerken schwierig und langwierig. Das lag einmal an den vergleichsweise geringen aufgewendeten Mitteln; zum anderen daran, daß die zivile Kernenergienutzung zum Teil völlig andere wissenschaftlich-technische Probleme aufwirft als der Bau der Bombe. Daher erwies sich der Nutzen der Militärtechnologie für die Erschließung der zivilen Anwendung als sehr begrenzt.

Das Gewicht der Anstrengungen zur zivilen Nutzung der Kernenergie relativ zu militärischen Vorhaben war in den verschiedenen Ländern unterschiedlich. In den USA schien eine kostengünstige Energieversorgung aus einheimischen fossilen Energieträgern (Kohle, Öl, Erdgas) langfristig gesichert. Daher wurde die zivile Kernenergienutzung nur sehr schleppend vorangetrieben. Noch bis zum Jahre 1958 gingen jeweils 80-90% der Etats der USAEC in militärische Projekte.[16] Demgegenüber wurde in Großbritannien nachdrücklicher an der Entwicklung von Kernkraftwerken gearbeitet, da für das Land eine »Energielücke« vorausgesehen wurde.[17] Anfang der 50er Jahre besaß Großbritannien bei Kernkraftwerken bereits einen Entwicklungsvorsprung vor den USA.[18] Doch wurden auch hier die Reaktorprogramme nicht im Hinblick auf möglichst wirtschaftliche Energieerzeugung opti-

miert; vielmehr wurde der Plutoniumgewinnung aus Kernkraftwerken für militärische Zwecke Priorität eingeräumt. Daher trugen die Projekte Kompromißcharakter.[19] Es kam zu einer einseitigen Entwicklung, die sich später als schwerwiegendes Hemmnis einer wirtschaftlichen Kernenergieerzeugung erweisen sollte. In Frankreich war die Lage ähnlich wie in Großbritannien; mit dem Unterschied, daß infolge zunächst wesentlich geringerer Aufwendungen die Entwicklung langsamer voranschritt.[20] Außer in den genannten Ländern wurde noch in der Sowjetunion und in Kanada sowie – allerdings mit viel geringeren Aufwendungen – in einer Reihe kleinerer Industrieländer an der zivilen Nutzbarmachung der Kernenergie gearbeitet.[21/21a]

Mit der stärkeren Ausrichtung auf zivile Reaktorentwicklung ab Mitte der 50er Jahre kam es in den westlichen kapitalistischen Staaten zu einer Privatisierung der Atomwirtschaft. Die bis dahin bestehenden staatlichen Atommonopole und strengen Geheimhaltungsvorschriften wurden aufgelockert, die zunächst aufgrund militärpolitischer Erfordernisse entstandenen Organisationsstrukturen von Atomforschung und Atomwirtschaft weitgehend verändert. Die Staatsbehörden beschränkten sich zunehmend auf flankierende und rechtliche Maßnahmen, während sie Entwurf, Bau und Betrieb von Kernkraftwerken in die Hände der Privatwirtschaft legten.[22]

II.1.4 Status 1955

Von der ersten Genfer Atomkonferenz im August 1955 gingen starke Impulse zur zivilen Kernenergienutzung aus.[23] Die Atomgroßmächte – USA, UdSSR, Großbritannien, Frankreich – gaben auf dieser Konferenz erstmalig einen umfassenden Einblick in ihre bisherigen Aktivitäten und Pläne zur Entwicklung und zum Bau von Kernkraftwerken.[24] Zahlreiche bisher geheimgehaltene Details wurden öffentlich diskutiert. Angesichts der vielfältigen Fortschritte herrschte ein allgemeiner Optimismus, daß eine wirtschaftlich konkurrenzfähige Kernenergieerzeugung in mehreren Ländern bereits innerhalb weniger Jahre erreichbar sein würde. Zu diesem Optimismus trug auch die weit verbreitete Erwartung bei, daß

die Möglichkeiten zur Steigerung der konventionellen Energieerzeugung sehr begrenzt seien. Allerdings machte die Genfer Atomkonferenz auch klar, daß der ideale Reaktortyp noch keineswegs gefunden war. Die verschiedenen denkbaren Brennstoffe, Bremsstoffe und Kühlmittel ergeben Hunderte von Kombinationsmöglichkeiten und Konstruktionsprinzipien. Zahlreiche der theoretisch denkbaren Entwürfe wurden auch praktisch für aussichtsreich gehalten, und an ihrer Ausarbeitung und Erprobung wurde in verschiedenen Ländern gearbeitet.[25]

Die wichtigsten bis 1955 schon zurückgelegten Etappen auf dem Weg zur zivilen Nutzung der Kernenergie waren folgende[26]:

1951 wurde erstmals mit einem Kernreaktor elektrischer Strom erzeugt (in USA). Die erste großtechnische Erzeugung von elektrischer Energie aus Kernenergie wurde 1954 in der Sowjetunion verwirklicht. Die elektrische Leistung war mit 6 MW_e allerdings noch weit entfernt von der Größe, bei der Kernkraftwerke mit konventionellen Kraftwerken konkurrenzfähig werden (etwa 1000 MW_e).

Das erste Kernkraftwerk, das diesen Namen verdient, befand sich 1955 in Calder Hall (Großbritannien) kurz vor der Fertigstellung. Es wurde 1956 in Betrieb genommen und besaß eine Leistung von 92 MW_e.[27]

Als Reaktion auf den Entwicklungsvorsprung Großbritanniens formulierte die USAEC 1954 ein Leistungsreaktorprogramm.[28] Es sah zunächst vor, in enger Zusammenarbeit mit der Industrie und privaten Elektrizitätsversorgungsunternehmen fünf Versuchskraftwerke mit Leistungen unterhalb 100 MW_e zu errichten. Aufgrund von Mißerfolgen kam es zu mehreren Modifikationen des Programms.

Die englische Regierung beschloß 1955 einen sehr ehrgeizigen Zehnjahresplan für Kernenergie. Nach dessen Verwirklichung sollten bereits über 20% der britischen Stromerzeugung aus Kernkraftwerken stammen.[29]

II.1.5 Kernforschung und Kerntechnik in der BRD vor 1955

Bei Kriegsende standen die deutschen Kernphysiker unmittelbar davor, eine sich selbst erhaltende Kettenreaktion (Reak-

tor) experimentell zu verwirklichen.[30] Die Siegermächte verboten dann jede Betätigung im Bereich von Kernforschung/Kerntechnik, die als militärische Forschung deklariert wurde.[31] Die deutschen Kernphysiker wandten sich anderen Arbeitsgebieten zu.[32] Seit Anfang der 50er Jahre gab es sowohl von seiten der Wissenschaftler als auch der staatlichen Behörden und der Industrie erste Versuche, wieder an Kernforschung und Kernenergienutzung teilzunehmen. Beim 1949 gegründeten »Deutschen Forschungsrat«, der als einer der Vorgänger der Deutschen Forschungsgemeinschaft wesentlichen Anteil an der Initiierung und Ausgestaltung einer Forschungsförderungspolitik des Bundes besaß[33], bestand eine Kernphysikalische Kommission.[36] Diese hatte wesentlichen Einfluß auf das Zustandekommen einer deutschen Beteiligung am 1953 gegründeten Europäischen Kernforschungszentrum CERN, wodurch deutschen Kernphysikern erste Arbeitsmöglichkeiten erschlossen wurden.[34] Die Kernphysikalische Kommission des Deutschen Forschungsrates wurde am 1952 von der Deutschen Forschungsgemeinschaft als »Kommission für Atomphysik« übernommen.[35] Sie stellte Überlegungen an, was in der BRD im Bereich der Kernphysik zu geschehen hätte, wenn die alliierten Verbote fortfallen würden. Es wurden einzelne Stipendien vergeben, die deutschen Physikern eine Mitarbeit an ausländischen kernphysikalischen Instituten ermöglichten.[37] In Nordrhein-Westfalen wurde als Beratungsorgan der Landesregierung für Wissenschaftspolitik am 25. 4. 50 die AGF (Arbeitsgemeinschaft für Forschung) konstituiert.[38] Als eine ihrer ersten Aktivitäten erstellte die AGF eine Denkschrift über die Lage der Atomforschung in Deutschland, die genau klarstellte, welche diesbezüglichen Aktivitäten angesichts der alliierten Vorbehaltsrechte dennoch möglich waren. »Auf Empfehlung der AGF konnten daraufhin in beschränktem Umfange Forschungsarbeiten kernphysikalischer Art aus Haushaltsmitteln gefördert werden.«[39] 1953 wurde an der Universität Bonn ein erster Lehrstuhl für Strahlen- und Kernphysik eingerichtet. An diesem Lehrstuhl wurde auf Empfehlung der AGF seit 1953 ein 30 MeV-Zyklotron aus Landesmitteln errichtet (welches 1957 in Betrieb genommen wurde).

Auch in der Max-Planck-Gesellschaft wurden ab 1950 Über-

legungen angestellt, wie baldmöglichst mit kernphysikalischen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten wieder begonnen werden könnte.[40] Ende 1952 wurden diese Überlegungen, die u. a. die Einrichtung einer Reaktorstation vorsahen, im Bundeswirtschaftsministerium erörtert. Es wurden vorbereitende Ausschüsse gebildet, doch »entschied die Bundesregierung, daß das politische Klima die Aufnahme energischer Vorarbeiten, die im Rahmen des (alliierten; K.P.) Kontrollratsgesetzes möglich gewesen wären, noch nicht zuließe«.[41] Immerhin wurde am Max-Planck-Institut für Physik in Göttingen (Direktor: Prof. W. Heisenberg) eine reaktorphysikalische Arbeitsgruppe gebildet, die einen Forschungsreaktor entwarf (»FR 1«) und sogar in beschränktem Umfang Experimente durchführte.[42] Ihre Tätigkeit wurde ab Herbst 1954 von der eigens zu diesem Zweck gegründeten »Physikalischen Studiengesellschaft mbH« (hauptsächlich finanziell) unterstützt.[43] Die Gründung dieser Gesellschaft ging auf die Initiative einiger Industrieller zurück, die sich bereits seit 1950 für den Aufbau einer zivilen Atomwirtschaft in der BRD eingesetzt hatten; die treibenden Kräfte waren vor allem Winnacker (Vorstandsvorsitzender der Farbwerke Hoechst; später »eine Art graue Eminenz der bundesdeutschen Forschungspolitik«[44]) und Menne (Vorstandsmitglied bei Hoechst, prominentes FDP-MdB, Vizepräsident des Bundesverbandes der Deutschen Industrie). Der »Physikalischen Studiengesellschaft« gehörten die wichtigsten Konzerne der atomwirtschaftlich relevanten Branchen Elektro-, Chemie-, Maschinenbau- und Metallindustrie an, in denen die BRD bereits wieder ein hohes Potential besaß; sie bildeten später den Kern der westdeutschen Atomwirtschaft: AEG, Siemens, Hoechst, Bayer, Demag, Deutsche Babcock & Wilcox, BBC, Krupp, Gutehoffnungshütte, Mannesmann, Metallgesellschaft. Von diesem Kreis gingen die entscheidenden Initiativen zum Aufbau einer Atomwirtschaft aus, nicht von staatlichen Instanzen.[45]

Offiziell begann die Beschäftigung mit Fragen der Kernenergieverwertung in der BRD nach dem 4. Mai 1955; an diesem Tage traten die Pariser Verträge in Kraft, durch die die BRD ihre volle staatliche Souveränität erhielt.

II.2 FEI[46] – Bedingungszusammenhang und Problemstellungen

Bevor wir in eine Darstellung von Atom- und Kernforschungspolitik in der BRD eintreten, wollen wir einige allgemeinere Gesichtspunkte hinsichtlich des Bedingungszusammenhangs von Innovationsprozessen in den westlichen Industriestaaten diskutieren und Fragestellungen entwickeln, unter denen das empirische Material ermittelt und interpretiert werden kann.

II.2.1 Vergesellschaftung der Produktion

In allen »fortgeschrittenen Industriestaaten« des Westens (die, nicht nur von marxistischen Autoren, präziser als »spätkapitalistische Staaten« bezeichnet werden[47]) ist festzustellen, daß Tempo und Umfang wissenschaftlich-technischen Fortschritts und industrieller Innovationen[48] seit einigen Jahrzehnten fortwährend zunehmen.[49] Die Entwicklung und praktische Einführung kerntechnischer Energieerzeugung (militärisch: Atom- und Wasserstoffbomben; zivil: Kernkraftwerke) sind hierfür nur ein besonders spektakuläres Beispiel. Kennzeichen dieser Entwicklung ist u. a., daß sie bei wachsendem staatlichem Engagement mehr und mehr von einem »Verbundsystem« aus Wirtschaft, Staatsverwaltung und Wissenschaft organisiert und vorangetrieben wird. Die wachsende Rolle des Staates kommt darin zum Ausdruck, daß in allen kapitalistischen Staaten Forschungsministerien eingerichtet wurden; die öffentlichen Aufwendungen für FEI haben überall mehrere Prozent des Bruttosozialprodukts erreicht.[50] Die Intensivierung und Ausweitung des Innovationsprozesses und die Zunahme wissenschafts- und technologiepolitischer Aktivitäten des Staatsapparates resultieren aus einem Prozeß fortschreitender Vergesellschaftung der Produktion, der ein Ausdruck spezifisch kapitalistischer Entwicklungsdynamik ist. »Vergesellschaftung der Produktion« meint hier die historisch bestimmte Form der Entwicklung der Produktivkräfte, zunehmende gesellschaftliche Arbeitsteilung, einhergehend mit immer umfassenderer Abhängigkeit und Kooperation der isolierten Teilarbeiten; Technisierung und Verwissenschaftli-

chung des Produktionsprozesses (z. B. Einführung arbeitssparender Maschinen und Verfahren).

Die im Laufe der letzten 100 Jahre eingetretenen Strukturveränderungen des Kapitalismus lassen sich – für die entwikkelten Länder mehr oder weniger gleichartig – als Prozeß fortschreitender Monopolisierung beschreiben. Das impliziert spezifische Veränderungen in der Bewegungsweise der einzelnen Kapitale, grob gesprochen: den Übergang von »freier« Konkurrenz zur Monopolkonkurrenz. Die Struktur des heutigen Monopolkapitalismus wird durch die ökonomische Dominanz hochkonzentrierter und zentralisierter Unternehmenseinheiten bestimmt, die – markttechnisch gesehen – als »Oligopolisten« die Märkte beherrschen, die aber vor allem im Weltmarktmaßstab in scharfer wechselseitiger Konkurrenz um Marktanteile, Absatzgebiete und Rohstoffquellen stehen und sich dabei in widersprüchlicher und konflikthafter Weise des Staatsapparates bedienen.

Diesen Strukturveränderungen auf der Ebene der einzelnen Kapitale entsprechen spezifische quantitative und qualitative Funktionsverschiebungen des Staatsinterventionismus. Diese sind allgemein zu charakterisieren als zunehmende Einbeziehung des Staatsapparates in den ökonomischen Reproduktionsprozeß, die sich im allmählichen Übergang von fallweiser Regulierung zu Ansätzen planmäßiger und längerfristig orientierter »Wachstumspolitik« äußert.[51] Begriffe wie »planende Staatsverwaltung« oder »Plankapitalismus« beziehen sich auf diesen Zusammenhang, verschleiern aber ideologisch, daß der kapitalistische Staat zu einer umfassenden ökonomischen und gesellschaftlichen Planung strukturell gar nicht fähig ist. Vielmehr steht die staatliche Administration unter dem Zwang, wegen der sich im ökonomischen Krisenprozeß verschärfenden gesellschaftlichen Widersprüche und Konflikte Versuche zu einer systematischen Steuerung des Reproduktionsprozesses zu unternehmen, die aber immer nur die Gestalt globaler Regulierung oder sektoraler Programmierung annehmen können.[52] Die Staatsverwaltung bemüht sich mit aus strukturellen Gründen bescheidenem Erfolg um die globale Steuerung des zyklischen Konjunkturverlaufs und versucht gleichzeitig, eine planmäßige Struktur- und Infrastrukturpolitik zu treiben, um die allgemeinen Bedingungen

und Voraussetzungen für das Funktionieren der nach wie vor privatkapitalistisch organisierten Produktion zu gewährleisten bzw. zu schaffen. In diesem Zusammenhang wird die Staatsverwaltung zunächst subsidiär in Einzelbereichen, dann immer umfassender bei der Organisierung und Beschleunigung wissenschaftlich-technischen Fortschritts tätig. Die gegenwärtig stattfindende »Verwissenschaftlichung« der Produktion, die damit einhergehende teilweise Übernahme der Innovationsproduktion bzw. ihrer erkenntnismäßigen, personellen, organisatorischen und finanziellen Voraussetzungen durch den Staat bezeichnet eine neue Etappe im Vergesellschaftungsprozeß der Arbeit. Sie wird erzwungen durch die Unfähigkeit auch der größten Einzelkapitale (= Unternehmenseinheiten), die zu ihrer Reproduktion erforderlichen Innovationsleistungen selbst zu erbringen.[53] Einige Beispiele mögen dies verdeutlichen. In immer mehr Bereichen (Atomwirtschaft, Datenverarbeitung, Luftfahrt u. a.) sind selbst die größten Einzelkapitale nicht mehr in der Lage, die mit einem für ihr Überleben notwendigen Innovationstempo verbundenen Kosten und Risiken zu tragen. Sie können auch nicht die zur Innovationserzeugung erforderlichen komplexen Organisationsstrukturen bereitstellen. Die Steuerung des Innovationsprozesses kann nicht mehr durch Marktmechanismen (Angebot und Nachfrage) erfolgen, weil eine vermehrte Nachfrage nach qualifizierten Arbeitskräften und technologischem know how nicht unmittelbar eine Steigerung des entsprechenden Angebots zur Folge hat; letztere kann nur langfristig erfolgen. Schließlich ist die für die wissenschaftsfundierte Produktion erforderliche Qualifizierung von Teilen der Arbeiterschaft (»wissenschaftlich-technische Intelligenz«) überhaupt nur durch Ausbau und Veränderung des staatlichen Bildungswesens zu gewährleisten. Die Staatsverwaltung verfügt über andere und u. U. mächtigere Handlungsmöglichkeiten als selbst die größten Privatunternehmen. Da politische Stabilität ohne eine prosperierende Wirtschaftsentwicklung nicht denkbar ist, ist die Staatsverwaltung bei Strafe ihres Untergangs genötigt, ihre Handlungsmöglichkeiten in den Dienst einer für Prosperität langfristig ausreichenden Innovationserzeugung zu stellen.

Hierfür bietet die staatliche Vermittlung bei der Entwick-

lung der Kernenergieverwertung ein besonders markantes Beispiel. Entwicklung und Verwirklichung kerntechnischer Energieerzeugung in industriellem Maßstab erfordern die Lösung vielfältiger und schwierigerer wissenschaftlich-technischer und organisatorischer Probleme, als sie bei konventioneller Energieerzeugung und in anderen traditionellen Industrien auftreten. Die Bearbeitung dieser Probleme – als Beispiele seien genannt: die Entwicklung von Reaktorwerkstoffen mit extremen Anforderungen an Reinheit und Materialeigenschaften; Gewinnung und Aufbereitung der Brennstoffe; Herstellung und Gewährleistung eines sicheren Betriebs; Beherrschung der Abfall- und Schadstoffprobleme – ist mit großen Kosten und Risiken verbunden; sie erfordert mehr und fortgeschrittenere Experten- und Spezialistentätigkeit, mehr theoretisches und praktisches know how.[54] Dazu muß ein umfassender und langfristiger Kooperationszusammenhang vieler stark spezialisierter Teilarbeiten hergestellt werden, der insbesondere die Tätigkeit verschiedener wissenschaftlicher Disziplinen einschließt. All diese Anforderungen übersteigen die Möglichkeiten auch der größten privaten Monopole[55]; sie können nur mit Hilfe staatlicher Atompolitik in einem neuartigen gesellschaftlichen Handlungszusammenhang von Privatwirtschaft, Staatsapparat und Wissenschaft gelöst werden.

Wir können im vorliegenden Rahmen nicht näher auf die der Vergesellschaftung und Verwissenschaftlichung der Produktion zugrunde liegende Dynamik des kapitalistischen Akkumulations- und Krisenprozesses und die Ansätze zu ihrer theoretischen und empirischen Erklärung eingehen. Wir müssen aber kurz Programm und Stand dieser Erklärungsansätze kennzeichnen, da sie die Fragestellungen und den Interpretationsrahmen für die empirische Untersuchung von Kernenergieverwertung und Atompolitik liefern.

Auf der Grundlage der materialistischen Gesellschaftstheorie soll versucht werden, die kategoriale Ableitung der objektiven Entwicklungslogik ökonomisch-gesellschaftlicher Prozesse so weit voranzutreiben und zu differenzieren, daß die an der Oberfläche der gesellschaftlichen Bewegung erscheinenden Phänomene – das Handeln gesellschaftlicher Gruppen und Klassen, dessen Bedingungszusammenhang und Resulta-

te, sowie die von den gesellschaftlichen Akteuren intentional verfolgten Ziele und Strategien – nicht nur verstehend beschrieben, sondern theoretisch erklärt werden.

Dieses Theorieprogramm ist bisher nur ansatzweise eingelöst worden. Weder ist es beim gegenwärtigen Stand der Forschung möglich, die Entwicklung von Kernenergieverwertung und Atompolitik in der BRD als konkrete Form der Bewegung des Kapitals und seiner inneren Widersprüche theoretisch abzuleiten, noch lassen sich detaillierte Hypothesen bezüglich des empirischen Verlaufs von Atom- und Kernforschungspolitik gewinnen. Eines der schwierigsten Probleme ist dabei der Zusammenhang zwischen den Kategorien der theoretischen Analyse und den phänomenologischen Begriffen, mit denen empirische Forschung operieren muß.

Was gegenwärtig geleistet werden kann, ist die Rekonstruktion globaler historischer Entwicklungsabläufe im Sinne einer verstehenden Interpretation. Daraus können in systematischem Zusammenhang Interpretationsansätze und Fragestellungen für empirische Forschung abgeleitet werden. Sie beziehen sich auf den objektiven Bedingungszusammenhang der gesellschaftlichen Reproduktion; auf die Bedingungen, unter denen Klassen, gesellschaftliche Gruppen und Individuen handeln; insbesondere auf Struktur und Funktionsweise des bürgerlichen Staates und deren Veränderungen im Laufe des kapitalistischen Akkumulations- und Krisenprozesses.

Angesichts dieser Voraussetzungen kann die vorliegende Studie nicht das Ziel verfolgen, theoretische Hypothesen an empirischem Material zu überprüfen. Sie hat vielmehr explorativen Charakter; ihr Gegenstand ist die theoretisch angeleitete Ermittlung, Darstellung und Interpretation empirischer Strukturen und Prozesse in der BRD-Kernforschungspolitik.

Wir benennen im folgenden einige der Fragestellungen, die das besondere Interesse an dem Phänomen der Verwissenschaftlichung der Produktion und deren Vermittlung durch staatliche FEI-Politik belegen und ansatzweise erläutern.

Die systematische Ableitung des zugrundeliegenden Erklärungs- und Begründungszusammenhangs ist in mehreren Arbeiten der Projektgruppe entwickelt worden.[56]

II.2.2 Empirische Untersuchung der Atompolitik

Zentrale Kategorie und Bezugspunkt der Fragestellungen ist die Kategorie der »Vergesellschaftung« der Produktion, d. h. der Zunahme von Arbeitsteilung und Kooperation von Spezialarbeiten im Produktionsprozeß bei wachsendem Einsatz wissenschaftsfundierter technischer Arbeitsmittel, und ihrer Auswirkungen auf die Wissenschaftsentwicklung. Die aus der materialistischen Gesellschaftstheorie ableitbaren Hypothesen beziehen sich einstweilen nur auf das Phänomen der zunehmenden Vergesellschaftung, die die Form des Einzelkapitals und marktmäßiger Tauschbeziehungen sprengen muß. Die konkreten Formen, in denen Vergesellschaftung sich vollzieht, die Art und Weise, in der sich objektive Notwendigkeiten des Kapitalverwertungsprozesses in Aktionen gesellschaftlicher Gruppen und Klassen umsetzen, und die spezifischen Formen, in denen die allgemeine Widersprüchlichkeit der kapitalistischen Entwicklung im Zusammenhang der Vergesellschaftung als konkrete Widersprüche, Defizite, Konflikte und Krisen erscheint, sind Gegenstand von Forschung, die zunächst an den empirischen Phänomenen anzusetzen hat.

Allgemeine Fragestellung hinsichtlich FEI ist also die nach den Erscheinungsformen von Vergesellschaftungstendenzen und ihrer Widersprüche. Wie setzen sich objektive Systemimperative und Vergesellschaftungstendenzen in konkreten Handeln der wissenschafts- und innovationspolitischen Akteure durch? Welche Kräfte treten bei der Organisierung und Durchführung von Innovationsprozessen als treibend in Erscheinung? Welche Ziele werden intentional verfolgt und mit welchem Ergebnis? Welches sind die organisatorischen Formen, in denen Innovations- und Wissenschaftspolitik gemacht wird, und welches sind die charakteristischen Merkmale des innovationspolitischen Handlungsprozesses? Welche Kooperationsformen zwischen Vertretern des privaten Kapitals, Angehörigen der Staatsverwaltung und Wissenschaftlern werden institutionalisiert? Welche Bedingungen und Interessenlagen ermöglichen bzw. behindern eine Zusammenarbeit der »Subsysteme« Wirtschaft, Staat und Wissenschaft? Welche Widersprüche zwischen der kapitalbestimmten Tendenz

zur Einbeziehung von Wissenschaft in einen arbeitsteiligen gesellschaftlichen Produktionszusammenhang und autonomen innerwissenschaftlichen Entwicklungstendenzen behindern eine Nutzung der Wissenschaft für die Kapitalverwertung?

Inwieweit setzen sich Innovationsprozesse unter kapitalistischen Bedingungen stets krisenvermittelt durch, d. h. durch (vorhandene oder voraussehbare) Krisen bedingt und selbst krisenhaft und widersprüchlich verlaufend? Gelingt es, eine einheitliche innovationspolitische Strategie zu formulieren, zu legitimieren und zu verwirklichen? Welches sind Reichweite und Treffsicherheit innovations- und wissenschaftspolitischer Planung? Welche Probleme tauchen bei der Finanzierung auf, in welchem Umfang kann eine den stofflichen Notwendigkeiten des Innovationsprozesses gerecht werdende planungstechnische Rationalität verwirklicht werden?

Diese Fragen sind selbstverständlich nicht als ein Katalog anzusehen, der mit Hilfe einer sektoral eng auf Atompolitik und dabei speziell Kernforschungspolitik beschränkten Studie wie der vorliegenden Punkt für Punkt abzuhaken wäre. Sie bezeichnen vielmehr Forschungsinteressen, die Auswahl und Auswertung der empirischen Untersuchungen innerhalb des hier thematisierten beschränkten Gegenstandsbereichs motiviert und angeleitet haben.

II.3 Triebkräfte und Ziele beim Aufbau einer zivilen Atomwirtschaft

Aufbau und Lenkung von Kernforschung/Kerntechnik in der BRD erfolgten durch eine Koalition aus Wirtschaft, Staatsverwaltung und Wissenschaft. Die wichtigsten Anstöße und der bestimmende Einfluß gingen von der Wirtschaft aus. Art und Intensität ihres Engagements werden verständlich vor dem Hintergrund der energiewirtschaftlichen Perspektiven.

II.3.1 Energiewirtschaftlicher Hintergrund

Die Wirtschaft der BRD ist stark exportorientiert, damit abhängig vom internationalen Handel und der scharfen Kon-

kurrenz auf dem Weltmarkt. Daher ist die Versorgung der Wirtschaft mit kostengünstiger Energie – dem allgemeinsten, universellen Rohstoff (Weinberg)[57] – von ausschlaggebender Bedeutung. In allen industrialisierten Ländern hat sich im langjährigen Durchschnitt der letzten Jahrzehnte der Elektrizitätsverbrauch jeweils in 10 Jahren verdoppelt. Sättigungserscheinungen waren auch in den höchstindustrialisierten Ländern bisher nicht erkennbar.[58] In den Jahren 1955/56 wurden von Elektrizitätsversorgungsunternehmen, staatlichen Behörden (z. B. Bundeswirtschaftsministerium) und Kommissionen westeuropäischer Länder (Spaak; »Atomweise« Etzel, Armand, Giordani) Prognosen über die künftige Entwicklung von Energieerzeugung und -verbrauch erstellt.[59] Da diese Entwicklung auf einem sehr komplexen Zusammenwirken mannigfacher Einflußfaktoren beruht, konnte man nur ein grobes Bild gewinnen. Immerhin wurde deutlich, daß in allen westeuropäischen Ländern mit einer starken Verknappung des Energieangebots gerechnet werden mußte.

Für die BRD kam man zu der Auffassung, daß eine Steigerung der Produktion fossiler Energieträger (vor allem Stein- und Braunkohle) nur begrenzt möglich sowie mit hohen und noch steigenden Kosten verbunden sein würde. Auch die Möglichkeiten zu einem verstärkten Import kostengünstiger Energie schienen sehr begrenzt. Es wurde 1955 nicht vorausgesehen, daß der Ölverbrauch sich in der Weise würde steigern lassen, wie es dann tatsächlich geschehen ist. Während 1955 in der BRD weniger als 10% des Primärenergieverbrauchs durch Erdöl gedeckt wurde, waren es 1970 über 50%. Demgegenüber fiel im selben Zeitraum der Anteil der Steinkohle von 60% auf unter 25% und war sogar absolut rückläufig.[60] Gegenüber dem Erdöl als Energieträger bestand bei Staatsbehörden und Wirtschaft erhebliche Skepsis, da die Vorräte begrenzt und die Zufuhr bei politischen Spannungen gefährdet schienen. – So hatten die während der Suez-Krise 1955/6 in Großbritannien aufgetretenen Engpässe in der Erdölversorgung wesentlich dazu beigetragen, die dortigen Bemühungen zur zivilen Kernenergienutzung zu intensivieren.[61] Aus der Perspektive von 1955 erschien daher der Aufbau einer zivilen Atomwirtschaft in der BRD als vordringlich notwendig, da keine Alternative zur Kernenergie für eine länger-

fristige kostengünstige Energieversorgung absehbar war; zudem wurden auf der 1. Genfer Konferenz über die friedliche Nutzung der Atomenergie im August 1955 die Aussichten für die baldige Verwirklichung einer wirtschaftlich konkurrenzfähigen Kernenergieerzeugung optimistisch beurteilt. Alle Sachverständigen stimmten 1955 darin überein, daß die BRD den erheblichen ausländischen Vorsprung in der zivilen Kernenergietechnik würde aufholen können, da sie über ein beträchtliches Potential in den hierzu relevanten Bereichen von Industrie und Wissenschaft verfügte, zudem im Ausland die Anstrengungen weiterhin hauptsächlich auf militärische Projekte ausgerichtet waren.

II.3.1.1 Wirtschaft

Damit eröffneten sich profitable Kapitalverwertungschancen für potentielle Anbieter von Kernkraftwerken bzw. der zu ihrem Bau und Betrieb erforderlichen Ausgangsstoffe und Hilfsdienste. Dementsprechend wurden insbesondere Konzerne der Elektro-, Chemie-, Maschinenbau- und Metallindustrie auf dem Atomgebiet initiativ. Zu den aktivsten Konzernen gehörten: AEG, Siemens, Hoechst, Bayer, Demag, Deutsche Babcock & Wilcox, BBC, Krupp, Gutehoffnungshütte, Mannesmann, Metallgesellschaft.[62] Zu ihnen gesellten sich Elektrizitätsversorgungsunternehmen, insbesondere das RWE.[63] Weitere Initiativen gingen aus von einigen Werften und Reedereien, die an einer Kernenergieverwertung in der Schiffahrt interessiert waren.[64]

Doch standen auch nicht unmittelbar am Atomgeschäft interessierte Kapitalgruppen dem Aufbau einer Atomwirtschaft positiv gegenüber, da gesamtwirtschaftlich günstige Wachstumsmöglichkeiten – zumal bei der starken Exportorientierung der BRD und der scharfen Konkurrenz auf dem Weltmarkt – entscheidend abhängen von der Versorgung der Wirtschaft mit kostengünstiger Energie. Schließlich galt die Kerntechnik als allgemeine Fortschritts-Technologie, die in vielen Branchen Innovations- und Wachstumsmöglichkeiten eröffnen würde (z. B. Einsatz von Radioisotopen).[65] Die privaten Konzerne waren zwar sehr an den mit der Nutzung von Kernenergie und Kerntechnik verknüpften Profiten interes-

siert. Sie waren aber weder in der Lage, die zur industriellen Auswertung erforderlichen Voraussetzungen – qualifizierte Arbeitskräfte, technisches Wissen – zu schaffen, noch waren sie bereit, die mit kerntechnischer Entwicklung verbundenen Kosten und Risiken zu tragen. Angesichts des ausländischen Vorsprungs – erste Kernkraftwerks-Prototypen waren in mehreren Ländern bereits in Betrieb bzw. kurz vor der Fertigstellung – sowie angesichts der Tatsache, daß die Nutzung der Kernenergie überall durch massive Initiative des Staates in Gang gebracht und gefördert worden war, gelangten die interessierten Konzerngruppen alsbald zu der Auffassung, daß eine Atomwirtschaft in der BRD ebenfalls nur mit kräftiger staatlicher Hilfe aufgebaut werden könnte. Daher drängten sie die Staatsverwaltung in Bund und Ländern, ihrerseits initiativ zu werden und eine umfassende und großzügig fördernde Atompolitik einzuleiten.

II.3.1.2 Staatsverwaltung

Die Staatsverwaltung kam den Wünschen der an der Atomenergieverwertung interessierten Branchen bereitwillig entgegen.[66] Dies wurde nicht zuletzt dadurch ermöglicht, daß über partikulare Brancheninteressen hinaus allgemeinere wirtschafts-, innen- und außenpolitische Zielsetzungen, wie sie politisch durch CDU/CSU und FDP repräsentiert wurden, auf den Aufbau einer Atomwirtschaft drängten[67]:

– Im zeitgenössischen Kapitalismus besteht ein enger Zusammenhang zwischen wirtschaftlichem Wachstum und politischer Stabilität. Daher gehörte eine wachstumsorientierte Wirtschaftspolitik zu den Schwerpunkten der Regierungstätigkeit.

– Eine staatliche Förderung beim Aufbau einer Atomwirtschaft konnte gegenüber konkurrierenden Branchen politisch damit legitimiert werden, daß es hierbei nicht um »Subventionen für einen Teilbereich der Wirtschaft« gehe, sondern um »Investitionen für die gesamte Volkswirtschaft und für die Sicherung der künftigen Existenz unseres Volkes«[69].

– Auch ein allgemeines Interesse privater Verbraucher an billiger Energie konnte zur Legitimation der staatlichen Förderung der Atomwirtschaft herangezogen werden.

– Politik der Stärke (Adenauer): Das Machtpotential eines Staates, damit die Möglichkeit außenpolitischer Interessendurchsetzung, hängt zunehmend ab vom Leistungsstand in Wissenschaft und Technik.[68] »Wissenschaftliche Leistungen (sind) [...] politische Waffen [...] geworden.«[70] – Die herrschenden politischen Kräfte in der BRD hatten im Oktober 1954 vertraglich zwar auf die Herstellung, nicht aber auf den Besitz von Atomwaffen verzichtet.[71] Es gab einflußreiche Kreise, besonders in der CSU um Strauß, die für eine atomare Aufrüstung der Bundeswehr eintraten und entsprechende Planungen betrieben.[72] Es ist klar, daß in diesem Zusammenhang auch eine »zivile« Atomwirtschaft potentiell von großem Nutzen sein kann.

> »Für den Wissenschaftler steht die Atombombe im gleichen Verhältnis zur Atomenergie wie etwa der elektrische Stuhl zur Elektrizität.«
>
> *Peter Kapitza*[73]

II.3.1.3 Wissenschaft

Die Physik hatte traditionell in Deutschland einen hohen Stand. Nach 1933 trat eine erhebliche Schwächung ein, da der Faschismus eine Reihe der angesehensten Physiker aus Deutschland vertrieben hatte[74]; zudem wurde die Grundlagenforschung gegenüber der Zweckforschung vernachlässigt.[75] Ab 1949 konnten die westdeutschen Physiker auf vielen Gebieten wieder den Anschluß an die internationale Forschung gewinnen. Um so schmerzlicher war es für viele Physiker, daß ihnen aufgrund der alliierten Verbote eine Betätigung in der Kernphysik, der seinerzeit aktuellsten und forschungsmäßig »aufregendsten« physikalischen Disziplin, unmöglich gemacht war. Als im Mai 1955 die alliierten Verbote fielen, gab es innerhalb der westdeutschen »physics community« ein großes Bedürfnis nach möglichst schneller und intensiver staatlicher Förderung der Kernphysik. Viele an Kernphysik interessierte Physiker ergriffen Initiativen zur Entwicklung von Kernforschung und Kerntechnik. Sie waren nur zu gerne bereit, bei der Einleitung und Ausgestaltung einer öffentlichen Kernforschungsförderungspolitik mitzuwirken,

da sie von einer solchen Politik zuallererst eine Förderung ihrer eigenen Belange erhoffen konnten. Die Bereitschaft der westdeutschen physics community, zum Aufbau einer Atomwirtschaft mit Staat und Wirtschaft zu kooperieren, erstreckte sich jedoch nur auf die zivile Kernenergieverwertung.

Bereits während des Faschismus hatten die deutschen Kernphysiker größtenteils eine faktische Nicht-Kooperation beim Atombombenbau geübt, indem sie von vornherein alle Bemühungen bewußt auf die Verwirklichung einer kontrollierten Kettenreaktion (die seinerzeit noch nicht als Kernreaktor, sondern als »Uranmaschine« bezeichnet wurde) lenkten.[76] An diese Tradition knüpften sie nach 1955 an. Bereits im September 1955 verabschiedete der Verbandstag der Deutschen Physikalischen Gesellschaften »eine Entschließung gegen die Atomrüstung generell«.[77/78] Seit Dezember 1955 wurde die atomare Aufrüstung der Bundeswehr durch von Bonner Regierungsstellen lancierte Pressemeldungen publizistisch vorbereitet.[79] Ende 1956 erklärte der westdeutsche Verteidigungsminister Strauß (CSU), der vor der Übernahme des Verteidigungsressorts für ein Jahr das im Oktober 1955 gegründete Atomministerium geleitet hatte, die Bewaffnung der Bundeswehr mit taktischen Atomwaffen sei beschlossene Sache.[80] In der *Erklärung der »Göttinger 18«*[81] vom 12. 4. 57 warnten die maßgeblichen deutschen Kernphysiker[82] – obwohl sie parteipolitisch mehrheitlich der CDU näherstanden als der gegen die Atombewaffnung opponierenden SPD[83] – öffentlich vor einem solchen Schritt und erklärten, daß sie nicht bereit seien, sich »an der Herstellung, der Erprobung oder dem Einsatz von Atomwaffen in irgendeiner Weise zu beteiligen«.[84]

Die Erklärung schloß mit den Worten: »Gleichzeitig betonen wir, daß es äußerst wichtig ist, die friedliche Verwendung der Atomenergie mit allen Mitteln zu fördern, und wir wollen an dieser Aufgabe wie bisher mitwirken.«

Zusammenfassend ergibt sich also, daß aufgrund der bestehenden Ausgangslage und der vorhandenen Interessen und Ziele bei Wirtschaft, Staatsverwaltung und Wissenschaft sehr gute Voraussetzungen für die Bildung einer Koalition zum Zwecke schnellen und gemeinsamen Aufbaus von Atomforschung, -technik und -wirtschaft in der BRD bestanden. Vor-

dringlichstes Ziel dieser Koalition war es, den großen Vorsprung des Auslands bei der zivilen Nutzung der Kernenergie aufzuholen und so schnell wie möglich

1. in der BRD Kernenergie konkurrenzfähig mit konventioneller Energie zu erzeugen,
2. Unternehmen der BRD in die Lage zu versetzen, Kernkraftwerke auf dem Weltmarkt konkurrenzfähig anzubieten.

Aus diesen allgemeinen Zielen sind zahlreiche Teilziele abzuleiten; als im Zusammenhang der vorliegenden Studie besonders wichtiges Teilziel wurde angestrebt

3. die Einleitung eines quantitativen und qualitativen Wachstums der westdeutschen nuclear physics community, entsprechend den einschlägigen internationalen Standards von Forschungsproblemen, apparativen Entwicklungen und Institutionalisierungen von Wissenschaftsstätten.

II.3.2 Die Anfänge der Atompolitik 1955/56

Noch vor dem Erlöschen der alliierten Vorbehaltsrechte gegenüber der BRD im Mai 1955 hatten an der Atomenergieverwertung interessierte Industriegruppen erste Interessenverbände und Kapitalgesellschaften gebildet.[85] Die Gründungswelle dauerte 1955/56 an, die »Vereinigungen (schossen) wie Pilze aus der Erde«.[86] Es kam zu zahlreichen unkoordinierten Initiativen. Eine organisatorische Zusammenfassung der Atomwirtschaft erfolgte erst ab den Jahren 1959-61, nachdem einige Fehlschläge der anfänglichen, durch starke Konkurrenz gekennzeichneten Planungen offenbar geworden waren.[87] In mehreren Bundesländern wurden in Zusammenarbeit von Industrie, Wissenschaft, Kultus- und Wirtschaftsministerien Planungen zur Errichtung von Kernforschungseinrichtungen (insbesondere Forschungsreaktoren) durchgeführt. Bestehende naturwissenschaftliche Institute an Universitäten und Technischen Hochschulen wurden um kernphysikalische Abteilungen erweitert, Lehrstühle für Kernphysik wurden eingerichtet. Ingenieurschulen und Höhere Schulen erhielten kernphysikalische Unterrichtsmittel; mit der Ausbildung fachkundiger Lehrkräfte wurde begonnen.[88]

Die Industrie konnte ihre Wünsche hinsichtlich der auf dem Atomgebiet einzuleitenden Aufbaumaßnahmen durchsetzen.

Sie bediente sich dabei mehrfach folgender geschickter Taktik, die bei minimalem Aufwand maximalen Ertrag lieferte[89]: Sie leitete mit bescheidenem (Kapital-)Aufwand die ersten Schritte zur Errichtung kernphysikalischer und kerntechnischer Institutionen ein, nötigte dann aber die öffentliche Hand zur Übernahme der schnell steigenden Kosten für den Ausbau und den Unterhalt der Einrichtungen, wobei sie deren hauptsächlicher Nutznießer blieb. Eklatantestes Beispiel für diese Taktik ist das Kernforschungszentrum Karlsruhe, dessen Aufbau zunächst mit 40 Mio. DM veranschlagt wurde, wovon die Industrie die Hälfte aufbringen wollte.[90] Nach starken Kostenerhöhungen war sie bereit, noch einmal 10 Mio. DM zuzulegen, stieß dann aber ihre Finanzierungsanteile ab. In der Folgezeit stiegen die Investitionskosten schnell in die Hunderte Mio. DM, die allein vom Bund und vom Sitzland aufgebracht werden mußten.[91]

Doch waren die vielfältigen Einzelmaßnahmen unzureichend. Die Genfer Atomkonferenz im August 1955 dokumentierte den hohen Leistungsstand des Auslandes und wirkte auf die (nur als Beobachter auftretenden) deutschen Teilnehmer wie ein »Schock«.[92] Man kam zu der Auffassung, daß der westdeutsche Rückstand nur aufgeholt werden könnte, wenn alle interessierten Kräfte aus Wissenschaft, Technik, Industrie und Staatsverwaltung zu einheitlichem Handeln zusammengefaßt würden.

II.4 Die Lenkung von Kernforschung und Kerntechnik

II.4.1 Der Aufbau des zentralen atompolitischen Lenkungsapparates

Damit war die vordringlichste von der Atomkoalition zu lösende Aufgabe die Schaffung eines zentralisierten organisatorischen Apparates zur Ermittlung, Lenkung und Koordinierung aller beim Aufbau von Kernforschung und Atomwirtschaft erforderlichen Maßnahmen. Die Aufbauschritte wurden äußerst zügig vorangetrieben: Innerhalb weniger Monate gelang die Errichtung einer umfassenden und differenzierten Organisationsstruktur. Dabei konnten die Industrie und – in

einem beschränkten Bereich – auch die Wissenschaft ihre Interessen vollständig durchsetzen. Zunächst wünschte die an der Kernenergienutzung interessierte Industrie, um ihre Vorschläge und Anregungen mit mehr Nachdruck vertreten zu können, daß ihr auf staatlicher Seite ein »Verhandlungspartner im Kabinettsrang gegenüberstand«.[93] Die Bundesregierung kam diesen Wünschen schnell entgegen und beschloß bereits im Oktober 1955 die Bildung eines Bundesministeriums für Atomfragen (BMAt).[94] Als Aufgabe des BMAt wurde festgelegt, »federführend [...] im Benehmen mit den beteiligten Bundesministerien [...] alle mit der Erforschung und Nutzung der Kernenergie für friedliche Zwecke zusammenhängenden Fragen«[95] zu bearbeiten. Erster Atomminister wurde F. J. Strauß (CSU).

Die Industrie wollte die Verwertung der Kernenergie in eigene Regie nehmen. Sie war nicht daran interessiert, nach ausländischen Vorbildern eine staatliche Atombehörde mit weitreichenden Planungskompetenzen zu schaffen, die z. B. eigene Reaktorentwürfe hätte anfertigen und damit den privatwirtschaftlichen Handlungsspielraum hätte einengen können. Dementsprechend wurde das BMAt als ein kleines Ministerium organisiert (1956: 108 Mitarbeiter)[96], das sich »auf die Regierungstätigkeit im echten Sinne«[97] beschränken sollte. Nach den Worten des langjährigen BMAt-Staatssekretärs Dr. Cartellieri hatte das BMAt eine Gestaltungsfunktion mit dem Ziel der »Entfaltung der Unternehmerinitiative«.[98] Das BMAt wurde entsprechend den traditionellen Prinzipien der Ministerialorganisation hierarchisch aufgebaut; mit der Ausweitung des Bereichs staatlicher Innovationspolitik und Wissenschaftslenkung wurde es in der Folge mehrfach erweitert und umstrukturiert.[99] Da auch noch andere Ressorts, insbesondere das Innenministerium, atompolitisch tätig waren, wurde durch Kabinettsbeschluß vom 21. 12. 55 zu Koordinationszwecken ein »Interministerieller Ausschuß für Atomfragen« gebildet.[100]

Der von Minister Strauß zu Beginn seiner Tätigkeit formulierten Aufgabenstellung zufolge sollte das BMAt
– ein Kernenergiegesetz,
– ein Gesetz über den Schutz der Bevölkerung vor radioaktiven Stoffen,

– ein Koordinationsprogramm für die Forschung und
– ein Förderungsprogramm für die Sicherstellung eines ausreichenden Nachwuchses ausarbeiten sowie
– internationale Verhandlungen aufnehmen.[101]

Eine besondere Problematik ergab sich aus dem Verhältnis der neu geschaffenen Bundesinstanz zu den Kultusministerien der Länder. Der Bund berief sich auf die ihm nach Artikel 72 und 74 GG zustehende konkurrierende Gesetzgebungskompetenz, die von ihm naturgemäß extensiver ausgelegt wurde als von den Ländern.[102] In der Folge gab es erhebliche einschlägige Konflikte zwischen Bund und Ländern, insbesondere ein ständiges Tauziehen um die bei gemeinsamen Vorhaben jeweils aufzubringenden Finanzierungsanteile[103], die – so Werner Heisenberg 1964 – »zu der ungünstigen Entwicklung der Wissenschaft in Deutschland mit beigetragen«[104] haben. Durch das *Atomgesetz* vom 23. 12. 59 wurde die konkurrierende Gesetzgebungskompetenz des Bundes für das Atomgebiet explizit ins *Grundgesetz* eingeführt (Artikel 74 Ziffer 11a).

Hinsichtlich der Politik des BMAt spricht die Industrie freimütig davon, daß sie das BMAt dazu »veranlaßte«[105] (eine regierungsoffiziöse Darstellung spricht von »drängte«[106]), die Aktivitäten auf dem Atomgebiet ihren kommerziellen Interessen entsprechend zwischen Staat und Privatwirtschaft aufzuteilen. »Hiernach sollte die Ausbildung und Grundlagenforschung Sache der Hochschulen und der staatlichen Forschungszentren sein, während die Reaktorentwicklung für kommerzielle Zwecke im Gegensatz zu anderen Ländern ausschließlich den interessierten Großfirmen mit gewisser finanzieller Unterstützung durch öffentliche Mittel übertragen wurde.«[107] Die eigentliche inhaltliche Leitung der deutschen Atompolitik aber lag nicht in den Händen des BMAt, sondern bei der Deutschen Atomkommission (DAtK), die durch Beschluß der Bundesregierung vom Dezember 1955 bereits am 26. 1. 56 »im Palais Schaumburg« gebildet[108] wurde. Die DAtK wurde aus verfassungsrechtlichen Gründen zwar offiziell nur als »Beratungsorgan« des BMAt ohne exekutive oder legislative Befugnisse errichtet.[109] Faktisch jedoch waren die von ihr formulierten »Empfehlungen« und Programme verbindlich; das BMAt fungierte lediglich als der

DAtK nachgeordnete Sanktionsinstanz.[110] Dieser im folgenden durch konkrete Beispiele belegte Sachverhalt wird in einer regierungsoffiziösen Darstellung folgendermaßen ausgedrückt. »[...] das moralische Gewicht ihrer (der DAtK; K.P.) Empfehlungen ist sehr groß, da in ihr alle maßgeblichen Fachleute aus Forschung und Industrie vertreten sind. Das Ministerium [...] wird also im allgemeinen nicht gegen eine Entscheidung der Atomkommission handeln und dürfte im allgemeinen versuchen, die Empfehlungen der Kommission zu realisieren.«[111] Vorsitzender der DAtK ist qua Amt der Atomminister (ab 1962, mit der Erweiterung des BMAt zum BMwF, der Forschungs- bzw. Wissenschaftsminister), der die anderen 24-27 Mitglieder offiziell »ad personam«, also nicht als Interessenvertreter ihrer Konzerne, Institute etc. beruft.[112] 1960 waren von den insgesamt 28 Mitgliedern der DAtK 15 Top-Manager der an der Kernenergieverwertung interessierten Kapitalgruppen. Im einzelnen waren vertreten:[113]

– *Atomwirtschaft:* AEG, Siemens, Hoechst, Bayer, Demag, Gutehoffnungshütte, Mannesmann, Metallgesellschaft.
– *Energieversorgungsunternehmen:* Hamburgische Elektrizitätswerke, Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk, Esso.
– *Banken und Versicherungen:* Deutsche Bank, Allianz.

Hinzu kamen maßgebliche Vertreter des – mit Industrie und Staatsverwaltung vielfach verflochtenen – »science affairs establishment«[114]; schließlich zwei Gewerkschaftsvertreter. Die Sitzungen der DAtK sind »nicht öffentlich« und »vertraulich«.[115] Im Laufe des Jahres 1956 bildete die DAtK fünf ihr unterstehende Fachkommissionen für die verschiedenen Aufgabenbereiche, die wiederum 15 Arbeitskreise für Spezialfragen einrichteten.[116] Dem so entstandenen hierarchischen »Beratungs«-Apparat gehörten rund 200 Mitglieder an; er faßte, unter deutlicher Dominanz des großindustriellen Einflusses in den wichtigsten Bereichen (insbesondere in der DAtK selbst sowie in den wichtigsten Fachkommissionen, der FK III »Technisch-wirtschaftliche Fragen bei Reaktoren«[117] und der FK V »Wirtschaftliche, finanzielle und soziale Probleme«), alle für den Aufbau einer Atomwirtschaft relevanten und am Atomgeschäft interessierten Kreise zusammen.[118] Er blieb, bei nur geringen Umstrukturierungen[119], bis zum Herbst 1971 in Tätigkeit und erwies sich als ein sehr

wirkungsvolles und gewichtiges Organ.

Eine wichtige Rolle in der BRD-Atompolitik spielt schließlich das Deutsche Atomforum e. V., zu dessen Mitgliedern zahlreiche Top-Manager der an der Kernenergieverwertung interessierten Konzerne sowie teilweise prominente Bundestagsabgeordnete, insbesondere Mitglieder des Bundestagsausschusses für Atomkernenergie (bzw. dessen Nachfolgern), gehören.[120]

Das DAtF wurde am 26. 5. 59 durch Zusammenschluß mehrerer atomwirtschaftlicher Vereinigungen gebildet, um die Interessen der konkurrierenden Kapitalgruppen bereits im Vorfeld der DAtK auszugleichen, zu koordinieren und möglichst geschlossen nach außen zu vertreten.[121] Das DAtF bildet eine Art »spezialisiertes Parlament« der Atomwirtschaft und faßt alle in diesem Bereich operierenden Unternehmen zusammen. Mitglieder des DAtF waren 1964 (1973) 71 (120) Firmen, 55 (63) Verbände, 12 (16) Behörden und 328 (397) natürliche Personen.[122] Zu den satzungsgemäßen Zwecken des DAtF gehört: »Förderung der Diskussion über gemeinsame Bestrebungen der Unternehmen, die an der friedlichen Verwendung der Atomkernenergie interessiert sind; Zusammenarbeit mit der Legislative und Exekutive des Bundes und der Länder; [...] Aufklärung der Öffentlichkeit über die friedliche Verwendung der Atomkernenergie; [...].«[123] Einen Überblick über die Tätigkeitsbereiche des DAtF gibt der Organisationsplan, Anhang 10.

Der Wissenschaft gelang es, im Austauch gegen ihre Kooperationsbereitschaft ein Monopol bei der Besetzung derjenigen Gremien des zentralen atompolitischen Lenkungsapparates zu erhalten, die Fragen der Grundlagenforschungspolitik und der Verteilung der (in übergeordneten Entscheidungszusammenhängen festgelegten) Haushaltsmittel für Forschungsvorhaben behandeln.[124] Die wichtigste Rolle spielte hierbei der ausschließlich mit Fachwissenschaftlern besetzte AK II/3 »Kernphysik« der DAtK.[125] Er besaß in diesem Bereich faktische Entscheidungskompetenz.[126] Damit hatte die Wissenschaft, ähnlich wie 1950 in den USA[127], die »Institutionalisierung ihres Selbststeuerungsmechanismus in der Exekutive« (Weingart) erreicht. Im Zusammenhang mit der Konstruktion des BMAt als kleinem Ministerium und der Errichtung eines

umfangreichen »Beratungs«-Apparates wurde verschiedentlich betont, daß hier der Staat in besonderer Weise dem Gebot der Sparsamkeit Rechnung getragen und sich den »Sachverstand der in Wissenschaft, Technik und Wirtschaft Tätigen rationell«[128] erschlossen habe. (Die »Berater« arbeiteten unentgeltlich.) Diese Argumentation ist sehr fragwürdig. Tatsächlich repräsentierten die der theoretischen Konstruktion nach ausschließlich als »Sachverständige« fungierenden »Berater« gerade die Institutionen (Industriekonzerne, Wissenschaftsstätten, ...), die Adressaten der staatlichen Förderungszuwendungen waren. Die »Sachverständigen« waren also gleichzeitig unmittelbar von den Förderungsentscheidungen Betroffene und an der Förderung Interessierte; andernfalls wären sie wohl auch kaum zu unentgeltlicher »Beratungs«-Tätigkeit bereit gewesen.

Bemerkenswert am Beginn der deutschen Atompolitik ist die fast vollständige Ausschaltung der Legislative. Mit der Errichtung und spezifischen Konstruktion von BMAt und DAtK waren die Weichen für die Entwicklung einer Atomwirtschaft in der BRD schon weitgehend gestellt, ohne daß es über diese Fragen in Bundestag oder Bundesrat eine Willensbildung gegeben hätte. Erst im Februar 1956 beschloß der Bundestag die Bildung eines Ausschusses für Atomenergie[129]; die erste Bundestagsdebatte über die Atompolitik fand am 19.4.56 statt.[130]

II.4.2 Grundzüge des Lenkungsprozesses

Die allgemeinen Richtlinien der Atompolitik (Art und Umfang der einzuleitenden Förderungsmaßnahmen einschließlich des wünschenswerten Finanzvolumens, Festlegung von Prioritäten und größeren Einzelprojekten, Formulierung längerfristiger (Atom-)Programme) wurden durch die DAtK bestimmt. Dies geschah in Zusammenarbeit mit dem BMAt auf dem Wege eines sehr flexiblen Beratungsganges innerhalb der DAtK und ihrer Untergliederungen (Fachkommissionen, Arbeitskreise, spezielle Ad-hoc-Ausschüsse und Kommissionen für bestimmte Einzelaufgaben). Der Beratungsgang verlief nicht einsinnig etwa derart, daß die DAtK Programme festlegte, die dann von den Untergliederungen nur noch ausdiffe-

renziert wurden. Vielmehr konnten auf allen Ebenen Initiativen ergriffen und – innerhalb der durch die DAtK vorgegebenen Richtlinien – Maßnahmen in direkter Zusammenarbeit von Untergliederungen der DAtK und den jeweils zuständigen Referaten des BMAt konzipiert und durchgeführt werden. Eine mehr oder weniger informelle Abklärung der Wünsche der verschiedenen an der Verwertung der Atomtechnik interessierten Konzerngruppen erfolgte bereits im Vorfeld der DAtK. Sie wurde ab 1959 im DAtF und seinen Arbeitskreisen institutionalisiert.

Innerhalb des Staatsapparates wurden die verschiedenen Ressortaktivitäten im Bereich von Atom- und Wissenschaftspolitik durch interministerielle und Kabinettsausschüsse koordiniert. Eine institutionalisierte Koordinierung der Atompolitik zwischen Bund und Ländern gab es indes nicht; abgesehen vom Bereich Grundlagenforschung und Universitätsinstitute, in dem der 1957 errichtete Wissenschaftsrat einige in ihrer »Wirksamkeit allerdings recht bescheiden gebliebene«[131] Planungen unternahm. Die faktische Koordinierung hing davon ab, inwieweit die Länder in ihren autonomen Maßnahmen den längerfristigen Programmen der DAtK folgten. Dies scheint nur zum Teil der Fall gewesen zu sein. Häufig wurde beklagt, daß die Länder bei ihren Förderungsmaßnahmen zuweilen mehr auf »regionales [...] Prestige«[132] als auf »effektive Nutzung und nationale wissenschaftliche Bedürfnisse«[133] gezielt hätten.

Die allgemeinen Richtlinien der Atompolitik konkretisieren sich in Budgetansätzen. Diese wurden, entsprechend den von der DAtK festgelegten Richtlinien und Programmanweisungen, von den jeweils zuständigen Referenten des BMAt ausgearbeitet. Dies geschah zum Teil in Zusammenarbeit mit und aufgrund von Entscheidungen von Arbeitskreisen der DAtK. Mit der Festlegung von Budgetansätzen war der konzeptionelle Teil der Atompolitik – abgesehen von den noch zu treffenden Detailentscheidungen über die Verteilung der einzelnen Haushaltstitel auf konkrete Projekte – im wesentlichen abgeschlossen. Der weitere Beratungs- und Ratifizierungsprozeß des Budgets (Aushandeln des Gesamtumfangs der Ressorthaushalte zwischen Ressort- und Finanzministerium, u. U. durch Kabinettsentscheid; Haushaltsberatung und -empfehlung im Haushaltsaus-

schuß des Bundestages; Behandlung und Verabschiedung des Gesamthaushaltes im Bundestag) ist in diesem Zusammenhang von geringerer Bedeutung, da er an den in den Ansätzen zum Ausdruck kommenden Prioritäten in der Regel nichts änderte. Der Einfluß des Parlaments auf die Atompolitik (wie auch auf die Forschungspolitik insgesamt) war und ist gering.[134]

II.4.3 Die Lenkung der kernphysikalischen Grundlagenforschung[135]

Die Lenkung der kernphysikalischen Grundlagenforschung umfaßt einen weiten Bereich wissenschaftspolitischen Entscheidungshandelns und eine außerordentliche Fülle und Vielfalt von Beratungs- und Entscheidungsprozessen; angefangen von globalen programmatischen Überlegungen und Entscheidungen über die Gestaltung der Wissenschaftspolitik, über Priorität und Volumen der Grundlagenforschungsförderung relativ zu anderen Bereichen der Atompolitik (z. B. Reaktorentwicklung), bis hin zur Zuweisung von Haushaltsmitteln für ganz bestimmte Einzelprojekte.

Das in der BRD in den Jahren 1956-71[136] vom zentralen atompolitischen Lenkungsapparat angewandte Planungsverfahren bei der kernphysikalischen Grundlagenforschung ist vor allem dadurch gekennzeichnet, daß zwar in Teilbereichen ein strikt formalisiertes Verfahren sich herausbildete (z. B. in der »little science«[137]), insgesamt aber eine hohe Flexibilität und Anpassungsfähigkeit bestand, die eine den jeweiligen Eigentümlichkeiten einzelner Projekte entsprechende abweichende Prozedur ermöglichte.[138] So kommunizierten die an Zuwendungen interessierten Kernphysiker von Hochschulen und Großforschungszentren häufig unter Umgehung des Dienstweges direkt mit den in Frage kommenden Fachreferaten des BMwF. Weiterhin ist nicht auszuschließen, daß im Einzelfall eine einzige Intervention einer einflußreichen Persönlichkeit der atomwirtschaftlichen Szene »höheren Orts« u. U. mehr Gewicht bei Entscheidungen gehabt haben könnte als das Ergebnis eines formalisierten Beratungsganges.[139] Die hohe Flexibilität, die vielfach maßgebenden »besonderen Umstände« im Einzelfall und die im Laufe der Zeit eingetretenen Veränderungen machen eine generalisierende Darstel-

lung des Lenkungsverfahrens schwierig. Ein weiteres Problem ergibt sich daraus, daß die wissenschaftslenkenden Gremien vertraulich tagten; eine »Innenansicht« des Planungsprozesses ist daher der Öffentlichkeit kaum zugänglich.

Wir können daher im folgenden zunächst nur einen schematischen Überblick über die wesentlichen Gegebenheiten geben; detaillierteres Anschauungsmaterial zum wissenschaftspolitischen Entscheidungshandeln liefert die Fallstudie zur Entstehung der GSI in Teil IV. Noch eine Vorbemerkung. Die einzelnen am wissenschaftspolitischen Entscheidungshandeln beteiligten Organe haben im Laufe der Jahre mehrfach die Bezeichnungen gewechselt. Um nicht unnötige Verwirrung zu stiften, benutzen wir im folgenden stets die Bezeichnungen, die während der zur Entstehung der GSI führenden Entscheidungsprozedur gebräuchlich waren, also in den Jahren 1967-69.

Allgemein ist festzustellen, daß die Lenkung der kernphysikalischen Grundlagenforschung weitgehend »der Wissenschaft« (repräsentiert durch eine Elite von Wissenschaftlern mit höchster Reputation) selbst überlassen war; die Rolle von »Staatsverwaltung« und »Wirtschaft« beschränkte sich im wesentlichen darauf, das überhaupt für Grundlagenforschung verfügbare Budget entsprechend der allgemeinen Haushaltslage und aufgrund von Prioritätsentscheidungen gegenüber angewandter Forschung, (Reaktor-) Entwicklung etc. festzulegen. Dieser Sachverhalt wird im folgenden genauer erläutert und belegt.

Das wissenschaftspolitische »Beratungs«wesen beim BMAt ist maßgeblich durch MinDirig Dr. Hocker organisiert worden, der in den Jahren nach 1955 die Gruppe II A »Förderung von Forschung und Ausbildung auf dem Gebiet der Kernenergie« der Abteilung II »Kernforschung; Kerntechnik; Strahlenschutz« des BMAt leitete. Außerdem leitete Hocker das Referat II A 1 »Förderung und Koordinierung der Forschung«. Bevor Dr. Hocker als Ministerialdirigent in das BMAt eintrat, war er an maßgeblicher Stelle in der DFG tätig; er übertrug die Methoden der DFG für die Beratung auf die Organisation des Beratungswesens beim BMAt; teilweise wurden nicht nur die Methoden, sondern gleich ganze Beraterkommissionen übernommen (s. u.). Von daher ist erklärlich, daß die in den Beratergremien sitzenden Wissenschaftler

allgemein die Zusammenarbeit mit dem BMAt/BMwF als »vertrauensvoll« bezeichneten.[140] Man war sozusagen »unter sich«, konnte mit offenen Karten spielen und brauchte nicht zu befürchten, von den Politikern bzw. Verwaltungsbeamten überfahren zu werden. – Die »vertrauensvolle« Zusammenarbeit von Wissenschaftlern mit Angehörigen der Staatsverwaltung wurde noch dadurch gefördert, daß die Mitglieder der Beratergremien in der Regel viele Jahre nacheinander tätig waren; Mitgliedschaften von 10 Jahren und mehr sind durchaus keine Ausnahme gewesen (siehe Anhang 8). Neue Mitglieder wurden von den Beratergremien faktisch kooptiert; de jure bestand nur ein Vorschlagsrecht, während die Berufung vom Minister vorgenommen wurde.

Eine Schlüsselrolle bei der Lenkung der kernphysikalischen Grundlagenforschung besaß der AK II/3 »Kernphysik« der DAtK, der nach Umbildung der DAtK im März 1966[141] als AK II/1 »Physik« firmierte. Dieser Arbeitskreis war 1956 aus der »Kommission für Atomphysik« der DFG[142] hervorgegangen, die ihrerseits identisch war mit der »Kernphysikalische(n) Kommission« des Deutschen Forschungsrates[143]; diese Gremien waren ausschließlich mit Fachwissenschaftlern besetzt, die sich bei ihren Initiativen und Entscheidungen an der internationalen Entwicklung der nuclear physics community orientierten. Sie entschieden über Forschungsprogramme und apparative Entwicklungen aufgrund ihrer fachkompetenten Einsicht in die erfolgversprechendsten künftigen wissenschaftlichen Entwicklungslinien. Anhang 8 gibt eine Übersicht über die Mitglieder des AK II/1 »Physik« (bzw. seiner Vorgänger); es handelt sich ausschließlich um an Universitäten, Max-Planck-Instituten oder Forschungszentren tätige Physikprofessoren.

Hinsichtlich der Grundlagenforschungspolitik in Kernphysik und verwandten Gebieten waren noch von – wenn auch geringerer – Bedeutung der AK II/2 »Nachwuchs«, der im Zuge der Reorganisation der DAtK im März 1966 ersatzlos aufgelöst wurde, und der AK II/4 »Kernchemie«, der bei dieser Reorganisation in AK II/2 »Chemie« umfirmierte. In diesem AK waren Fachwissenschaftler sowohl aus non-profit-Instituten als auch aus der Industrie vertreten[144]; seine Tätigkeit war stärker »angewandt« orientiert als die des AK II/1.

Die die Wissenschaftspolitik im Atombereich beratenden und lenkenden Arbeitskreise der DAtK kooperierten direkt mit den zuständigen Fachreferaten des BMwF; an den Sitzungen der AKe nahmen jeweils hohe Beamte des BMwF teil, zuweilen sogar der Staatssekretär. In praktisch allen Fällen ist der Minister (bzw. das BMwF) den Empfehlungen der Beratergremien gefolgt. Prof. Walcher – langjähriger Vorsitzender des AK II/1 »Physik« – berichtet[145], daß ein Hinweggehen über eine Empfehlung des AK II/1 so ungewöhnlich war, daß in dem einzigen wichtigen Fall, wo der Minister aus »übergeordneten politischen Gründen« so verfuhr, er persönlich im AK II/1 erschien, um die Gründe darzulegen und so einer Gefährdung des Vertrauensverhältnisses vorzubeugen. Der AK II/1 beriet alle mit der Grundlagenforschung in der Kernphysik und verwandten Gebieten (Hochenergiephysik, Plasmaphysik, nukleare Festkörperforschung) zusammenhängenden Fragen. Er besaß in diesem Bereich weitgehende Initiativ- und Entscheidungskompetenz. Seine Tätigkeit gestaltete er autonom und sehr flexibel; sie erstreckte sich von der globalen Festlegung der Wissenschaftspolitik in der Kernphysik und verwandten Gebieten über Initiativen verschiedenster Art bis hin zu Stellungnahmen über Wissenschaftsprojekte und Detailentscheidungen über die Finanzierung einzelner Forschungsprogramme. Die Tätigkeit des AK II/1 wurde in den verschiedenen Fachbereichen durch eigens hierfür geschaffene Unterausschüsse vorbereitet, die aus Mitgliedern des AK II/1 sowie speziell kompetenten und interessierten Fachwissenschaftlern bestanden. So gab es 1968 Unterausschüsse für folgende Fachbereiche: Hochenergiephysik, Niederenergie-Kernphysik, Nukleare Festkörperforschung, Plasmaphysik. Darüber hinaus konnten jederzeit für gewichtige Spezialfragen (z. B. Vorbereitung der Atomprogramme, Projekt Schwerionenbeschleuniger) spezielle Arbeitsgruppen und Ad-hoc-Ausschüsse gebildet werden, bei denen nicht dem AK II/1 zugehörige, aber unmittelbar betroffene Fachwissenschaftler direkt in die Beratungs- und Entscheidungsprozesse integriert werden konnten.

Typische Tagesordnungspunkte des AK II/1 waren

– Vorbereitungen zum Atomprogramm;

– Haushaltslage und Finanzplanung (Berichte, Diskussionen);
– Planungsmaßnahmen in der Kernforschung (Initiativen, Empfehlungen, Memoranden);
– Angelegenheiten der Grundlagenforschungszentren (CERN, DESY, GSI ...);
– Größere Einzelprojekte (Initiativen, Stellungnahmen);
– Sitzungen der Unterausschüsse (Berichte, Diskussionen, Entscheidungen);
– Förderungsanträge für Einzelvorhaben (Befürwortungen, Kürzungen, Ablehnungen);
– Berufungen neuer Mitglieder (Kooptation).

Der AK II/1 konzipierte insbesondere die die Kernphysik und verwandte Gebiete betreffenden Passagen der Atomprogramme. Sie wurden nach Verabschiedung durch die DAtK zur faktisch bindenden Grundlage der einschlägigen Regierungspolitik. Der AK II/1 war also faktisch entscheidungskompetent hinsichtlich der Aufteilung der für Grundlagenforschung verfügbaren Haushaltsmittel auf die verschiedenen Gebiete. Der Gesamtumfang des Grundlagenforschungsbudgets wurde in der DAtK dadurch festgelegt, daß die gesamte für Atompolitik verfügbare Finanzmasse nach Prioritäten auf Grundlagenforschung[146], angewandte Forschung, technische Entwicklung sowie Bau und Betrieb von Kernkraftwerks-Prototypen und Versuchsanlagen aufgeteilt wurde. Im Bereich konkreter wissenschaftlicher Vorhaben beschränkte sich der AK II/1 keineswegs darauf, nur entsprechend der von ihm konzipierten globalen Richtlinien der Grundlagenforschungspolitik zu fix und fertig formulierten Projektanträgen aus der westdeutschen nuclear physics community Stellung zu nehmen. Vielmehr versuchte der AK II/1 selber interessante wissenschaftliche Probleme zu identifizieren und dann mit Vorschlägen zu Forschungsprogrammen, apparativen Entwicklungen und Institutionalisierungen von wissenschaftlichen Vorhaben initiativ zu werden. Diese konzeptionelle Arbeit – Identifizierung und Erzeugung relevanter wissenschaftlicher Probleme – orientierte sich an den wissenschaftsinternen Standards der internationalen »nuclear physics community« und ist unseres Erachtens durchaus selbst als wissenschaftliche Arbeit anzusehen.[147]

II.4.3.1 Die Lenkung der »little science«

Unter »little science« werden hier solche Wissenschaftsvorhaben verstanden, die ohne institutionellen Ausbau innerhalb vorhandener (vorzugsweise Universitäts-) Institute durchgeführt werden können und deren Kosten (laufende Aufwendungen plus Investitionen) jährlich einige Hunderttausend bis höchstens etwa 2-3 Mio. DM betragen. Nach der hier vorgenommenen Abgrenzung würden z. B. kleinere, »von der Stange« käufliche konventionelle Beschleuniger für kernphysikalische Universitätsinsitute gerade noch zur »little science« gehören.[148]

Die Lenkung der kernphysikalischen »little science« stellt Entscheidungsprobleme auf zwei Ebenen.

1. Es muß das jährliche Gesamtvolumen der Förderung und dessen Verteilung auf die verschiedenen zweckgebundenen Haushaltstitel des BMwF festgelegt werden (globale Entscheidungen).
2. Die verschiedenen Haushaltstitel sind auf einzelne Wissenschaftsvorhaben zu verteilen.

Zu 1. Die globalen Entscheidungen fielen in der DAtK in Zusammenarbeit mit dem BMwF, wurden also vor allem durch Vertreter aus Wirtschaft und Staatsverwaltung getroffen.[149] Die Festlegung des Anteils der »normalen« kernphysikalischen Grundlagenforschung (also der »little science«) am Gesamtbudget Kernforschung/Kerntechnik erwies sich als sehr schwierig, da hierfür kaum einfache Optimierungskriterien gefunden werden konnten. Praktisch orientierte man sich bei diesen Entscheidungen an den Gegebenheiten und Förderungsmaßnahmen im weiter fortgeschrittenen Ausland (besonders USA, Großbritannien und Frankreich). Aufgrund der von der DAtK getroffenen Prioritätenentscheidungen und unter Berücksichtigung des vom Bundesfinanzministerium gegebenen Finanzspielraumes wurden dann die Haushaltsansätze für die einzelnen Titel in Zusammenarbeit der verschiedenen Fachreferate des BMwF erarbeitet. Hier waren besonders wichtig der Titel 604 »Allgemeine (laufende) Aufwendungen für die Grundlagenforschung, besonders für Personal« und der Titel 950 »Aufwendungen für (einmalige) Investitionen bei wissenschaftlichen Instituten und Einrichtungen im

Bereich der Grundlagenforschung«. Der weitere Gang von Beratung und Ratifizierung des Haushaltsentwurfs änderte in der Regel an diesen Ansätzen nur wenig.[150]

Zu 2. Die qualitative Ausfüllung des mit den Haushaltsansätzen für kernphysikalische »little science« gegebenen Entscheidungsspielraumes erfolgte durch den AK II/1. Dabei spielten die Haushaltstitel die Rolle externer Parameter für das an wissenschaftsinternen Standards orientierte Entscheidungshandeln. Das Verfahren war im einzelnen folgendes: Formlose Anträge von interessierten Wissenschaftlern, Instituten etc. auf Zuschüsse wurden vom BMwF jederzeit entgegengenommen, geprüft und beschieden.[151] Anfangs war noch keine gezielte Förderung möglich, und die Wissenschaftler wurden aufgefordert, ihre jeweiligen Interessen anzumelden. Später wurden die Wünsche der Wissenschaftler bereits durch allgemeine vom AK II/1 ausgearbeitete Schwerpunktempfehlungen gelenkt.

Die Anträge enthielten Angaben über das Forschungsprogramm, die dafür erforderlichen Geräte (Sachmittel) und Personalstellen (Personalmittel), sowie in der Regel weitere allgemeine Angaben, etwa über bereits vorhandene Ausstattungen, Personalstellen und Finanzmittel anderer Quellen. Die Bearbeitung der Anträge erfolgte zunächst durch das BMwF; während der GSI-Entstehung war hierfür das von Ministerialrat Dr. Prior geleitete Referat III A 1 »Förderung der Grundlagenforschung, insbesondere der Kernphysik, durch Bau und Ausstattung von Instituten« federführend.[152]

Der Umfang der eingegangenen Anträge war bei weitem zu groß, als daß eine direkte Beratung im AK II/1 möglich gewesen wäre. Die Anträge wurden daher von den Referenten des BMwF aufbereitet, also die wesentlichen zur Entscheidung maßgeblichen Teile herausgearbeitet. Diese Prozedur hatte rein technischen Charakter und präjudizierte die später vom AK II/1 zu treffenden Förderungsentscheidungen in keiner Weise. Dieser Umstand sowie die Tatsache, daß alle eingehenden Anträge auch tatsächlich dem AK II/1 vorgelegt wurden, begründete u. a. die »vertrauensvolle« Zusammenarbeit der Wissenschaftler mit dem BMwF. Die aufbereiteten Anträge wurden von den Referenten des BMwF dem AK II/1 vorgelegt, wobei die Referenten jeweils die Haushaltslage

erläuterten und Angaben über die zu verteilenden Mittel machten. Auf dieser Grundlage berieten und entschieden die Wissenschaftler dann über die Anträge, wobei die Referenten des BMwF natürlich frei waren, selbst inhaltliche Vorschläge zu machen. Teilweise gab der AK II/1 die Anträge an noch weiter spezialisierte Unterausschüsse, die Vorentscheidungen trafen. Die offiziellen, bei den Förderungsentscheidungen zu beachtenden Kriterien waren[153] – neben den allgemeinen Richtlinien und Prioritäten für die Grundlagenforschungspolitik –:

– Ausschlaggebend ist die Persönlichkeit des das jeweilige Vorhaben leitenden und verantwortenden Forschers.

– Die Kernforschung soll schwergewichtig an den wissenschaftlichen Hochschulen betrieben werden.

– Zunächst sollen – um Zeit zu sparen – vorhandene Einrichtungen ausgebaut, erst dann Neu-Errichtungen vorgenommen werden.

Der letzte Gesichtspunkt – und in geringerem Maße auch der vorletzte – scheinen besonders auf die Anfangsphase der Kernforschungsförderung nach 1955 gemünzt gewesen zu sein.

Der AK II/1 sprach zu den einzelnen Anträgen »Empfehlungen« aus, die von Ablehnung über teilweise bis hin zur vollständigen Bewilligung der beantragten Mittel reichten. Die zur Verteilung verfügbaren Haushaltsansätze orientierten sich nicht an der Nachfrage der westdeutschen nucelar physics community nach Fördermitteln. Vielmehr stellten sie einen – von den im AK II/1 sitzenden Wissenschaftlern teilweise als »Diktat des Finanzministeriums«[154] empfundenen – fest vorgegebenen äußeren Parameter dar. Allerdings war dieser Parameter keineswegs absolut starr. Wenn der AK II/1 der Meinung war, daß es unbedingt erforderlich sei, über die Haushaltsansätze hinauszugehen, konnte er entsprechende Empfehlungen aussprechen. Inwieweit diese verwirklicht wurden – z. B. durch erweiterte Bindungsermächtigungen im Vorgriff auf künftige Haushaltsansätze –, lag allerdings außerhalb der dem AK II/1 zugestandenen Entscheidungskompetenzen. Aufgrund der »Empfehlungen« des AK II/1 arbeiteten die Referenten des BMwF dann schriftliche Vorlagen aus, die vom Minister abgezeichnet wurden. Dieser ist, solange die

allgemeinen Budgetansätze nicht überschritten wurden, praktisch ausnahmslos[155] den Empfehlungen gefolgt, die damit faktisch den Charakter von Entscheidungen erhielten.

II.4.3.2 Parametrische Steuerung und Selbststeuerung der Wissenschaft

Aus der Darstellung der Lenkung der kernphysikalischen »little science« in Kapitel 4.3.1 geht hervor, daß eine weitgehende Entkopplung zweier Entscheidungsebenen vorlag: Vereinfachend kann man sagen, daß Wirtschaft und Staatsverwaltung – unter Berücksichtigung der von den Wissenschaftlern mitgeteilten Informationen über Gegebenheiten und Trends in der internationalen nuclear physics community – den globalen Umfang der Aufwendungen festlegten; diese wurden dann ausschließlich von Wissenschaftlern auf Einzelvorhaben verteilt.

Dieser Lenkungstyp wird in der Planungstheorie als »parametrische Steuerung« bezeichnet. Bei der »parametrischen Steuerung« setzt der Staat (bzw. einzelne seiner Behörden) Daten – z. B. Haushaltsansätze für kernphysikalische »little science« –, die über Marktfunktionen eine Verhaltenssteuerung autonomer Subjekte in der von den politischen Instanzen für optimal erachteten Richtung bewirken (sollen).[156/157] Im Rahmen der durch externe Parameter gegebenen Bewegungsfreiheit wurden die Entscheidungen über kernphysikalische Forschungsprojekte in der BRD aufgrund innerwissenschaftlicher – nicht aufgrund anwendungsorientierter ! – Kriterien getroffen, nämlich von den im AK II/1 vertretenen Kernphysikern, die innerhalb der westdeutschen (nuclear) physics community als berufene Repräsentanten ihres Fachs angesehen wurden.

Durch das faktisch wirksame Monopol bei der Besetzung des AK II/1 (Kooptation) und dessen faktische Entscheidungskompetenzen innerhalb der Grundlagenforschungsförderung hatte die nuclear physics community, ähnlich wie 1950 in den USA[158], die »Institutionalisierung ihres Selbststeuerungsmechanismus in der Exekutive« (Weingart)[159] erreicht. Bei der »parametrischen Steuerung« handelt es sich um einen sehr primitiven, sehr einfach handhabbaren und im Bereich der Grundlagen-

forschung wirkungsvollen Lenkungstyp. Er ermöglicht eine weitgehende Entkopplung einer quantitativ bestimmten Nachfrageentstehung von einer qualitativ (nämlich fachwissenschaftlich) bestimmten Angebotserzeugung: Die Nachfrage nach Grundlagenforschung wird quantitativ durch Festlegung der entsprechenden Haushaltstitel bestimmt; sie wird qualitativ durch ein nach internen Mechanismen der sicentific community erzeugtes und selektiertes Problemangebot befriedigt.

Der Wirkungsmechanismus der parametrischen Steuerung der Grundlagenforschung liegt auf der Hand. Je leichter und je reichlicher für eine bestimmte wissenschaftliche Disziplin Fördermittel erreichbar sind, desto größer sind die Aussichten der dort arbeitenden Wissenschaftler, sich mit guten personellen und materiellen Hilfskräften interessanten und schwierigen Fachproblemen in erfolgversprechender Weise zuwenden zu können. Durch entsprechend großzügige Ausstattung von Instituten mit Personal- und Sachmitteln können also die forschungsmäßig ambitioniertesten Wissenschaftler – denen vor allem an optimalen Ausgangsbedingungen zur Konkurrenz mit ihren Kollegen liegt – auf die jeweils gewünschten Arbeitsgebiete gelenkt werden. »Die Physiker sind [...] meist nur Werkzeuge der Politik. Die Politiker brauchen die Mittel nur geplant zu verteilen, dann verändern sich auch die Interessen und Forschungsrichtungen und damit der zukünftige Trend in der Physik.«[160] Voraussetzung ist dabei natürlich, daß unter rein wissenschaftlichen Gesichtspunkten das gewünschte Gebiet nicht wesentlich uninteressanter erscheint als andere konkurrierende wissenschaftliche Problemfelder. Das Anbieten besonders guter Arbeitsmöglichkeiten auf einem gewissen Gebiet wird also die ambitioniertesten und – fachwissenschaftlich beurteilt – besten Köpfe dort konzentrieren. Das nun erzeugt einen sekundären Steuerungseffekt: Der »Nachwuchs« wird sich bevorzugt an solchen Arbeitsbereichen orientieren, die durch international beachtete Fachkräfte vertreten sind. Planungstechnisch ist es also sehr einfach, eine zu einer bestimmten Disziplin gehörige scientific community wachsen oder schrumpfen zu lassen. Die Qualität ihres Wachstums kann von ihr selbst (z. B. durch von ihr akzeptierte Eliten) bestimmt werden, während die Quantität

durch großzügige bzw. knappe »Fütterung« mit Fördermitteln reguliert werden kann.

Problematisch an der parametrischen Steuerung ist einmal, daß sie ziemlich »träge« ist: Effekte der Steuerungsmaßnahmen sind erst nach einigen Jahren zu erwarten. Schwerer wiegt jedoch die Gefahr einer »partikularistischen Interessenwahrnehmung« (Weingart)[161], wie sie aufgrund der erheblichen Einflußmöglichkeiten einer durch parametrische Steuerung gekräftigten diszplinären scientific community gegeben ist. In den USA beispielsweise, wo hinsichtlich der Lenkung der Grundlagenforschung ähnliche Verhältnisse vorlagen wie in der BRD, konnte eine starke disziplinäre Lobby eine sehr großzügige staatliche Förderung von Kern- und Hochenergiephysik erreichen[162], während gleichzeitig die Förderung anderer wissenschaftlicher Disziplinen, z. B. der gesamten Sozialwissenschaften, äußerst gering war.[163] Auch die westdeutsche nuclear physics community vermochte eine sehr erfolgreiche Interessenpolitik zu betreiben. Sie erlangte eine staatliche Förderung, die ihr trotz anfänglichen Rückstands mittlerweile in einigen Gebieten eine internationale Spitzenstellung verschaffte bzw. in absehbarer Zeit verschaffen wird (z. B. in der Kernphysik mit Schwerionen). Die parametrische Steuerung der Grundlagenforschung ist die Einheit von strikter externer Lenkung und Selbststeuerung der Wissenschaft. Mit ihrer Hilfe kann die Entwicklung der Kernphysik im Rahmen einer differenzierten auf private Kapitalverwertung ausgerichtete FEI-Politik zum Aufbau einer zivilen Atomwirtschaft, also unter vollkommen außerwissenschaftlichen Kriterien, gelenkt werden, während gleichzeitig die in einen arbeitsteilig betriebenen Produktionszusammenhang eingespannten Kernphysiker – insbesondere der »Nachwuchs« – dennoch weitgehend das Bewußtsein haben können, bei der Auswahl ihrer Arbeitsgebiete einer durch den Stand der jeweiligen Naturerkenntnis gegebenen Forschungslogik zu folgen. Die durch die parametrische Steuerung ermöglichte Entkopplung von globalen und detaillierten wissenschaftspolitischen Entscheidungsprozessen erweist sich damit als eine wichtige Stütze für die zur Legitimation naturwissenschaftlicher Forschungstätigkeit herangezogene Ideologie der Wertfreiheit.[164]

Die Möglichkeit der parametrischen Steuerung ist daran geknüpft, daß der mit dem Setzen eines Parameters (hier: globale Finanzzuweisungen) gegebene Handlungsspielraum durch das zu steuernde System auch tatsächlich ausgefüllt werden kann. Diese Bedingung ist bei solchen wissenschaftlichen Disziplinen erfüllt, die, wie etwa die Kernphysik, über stabile interne Regulative für die Erzeugung und Lösung von Forschungsproblemen verfügen. In der Kernphysik wie in anderen naturwissenschaftlichen Disziplinen fungieren als solche internen Regulative gewisse disziplinäre Paradigmen[165] sowie, diesen übergeordnet, ein ›Über-Paradigma‹ der Welterklärung entsprechend den methodischen Regeln empirisch-analytischer Wissenschaft. Neben dem Bestehen stabiler interner Regulative müssen noch zwei weitere Voraussetzungen erfüllt sein, um die parametrische Steuerung als wissenschaftspolitisches Instrument einsetzen zu können. Die Problemerzeugungskapazität der zu steuernden scientific community muß größer sein als der Umfang der sich in Fördermitteln ausdrückenden Nachfrage nach Grundlagenforschung, und die mit der wissenschaftspolitischen Steuerung verbundenen wissenschaftsexternen Zwecke müssen sich auf vorhersehbare Produkte der wissenschaftlichen Arbeit beziehen (also nicht auf die ja nicht vorhersehbaren wissenschaftlichen Erkenntnisse!).[166]

Die parametrische Steuerung ist wohl in der Lage, inhaltliche Schwerpunktsetzungen in bestehenden Wissenschaftsstätten zu garantieren. Probleme institutionellen Ausbaus können damit jedoch nur sehr bedingt gelöst werden. Diese Steuerung kann nur zur Lenkung von »little science« angewendet werden. Es ist klar, daß der sehr kostspielige Bau von Großbeschleunigern nicht auf dem Wege parametrischer Steuerung gelenkt werden kann. Fachwissenschaftliche Kriterien allein reichen nicht aus, um zwischen verschiedenen Institutionalisierungsformen (etwa: Universitäten-Kooperation versus Großforschungszentrum) für ein und dasselbe wissenschaftliche Großgerät zu entscheiden. Bei der Institutionalisierung von »big science« sind stets Gesichtspunkte relevant, die nicht unmittelbar mit irgendwelchen Eigenregulativen der physics community zusammenhängen. Z. B. stellt sich die Frage, ob und inwieweit die traditionell enge Verbindung von Forschung

und Lehre an den Universitäten unter den Bedingungen von »big science« beibehalten werden soll, also auch Großbeschleuniger universitätsnah institutionalisiert werden sollen. Als Alternative steht zur Debatte, die kostspielige Frontforschung in Zentren zu institutionalisieren und tendenziell zu reinen Lernuniversitäten mit kleineren Sonderabteilungen für Forschung zu kommen. Im Gegensatz zur parametrisch steuerbaren »little science« erfordert daher die »big science« eine »konzeptionelle Planung«, bei der die Planungsbehörden selber qualitative Zieldefinitionen treffen und ihre Durchsetzung organisieren müssen. Als Fallbeispiel für die hierbei auftretenden komplexen Probleme und Widersprüche untersuchen wir in Teil IV die Institutionalisierung der Schwerionenforschung in der BRD, nämlich die Entstehung der GSI.

II.5 Die Atompolitik ab 1956

Nachdem mit Bildung der DAtK und ihrer Untergliederungen die organisatorischen Maßnahmen zu einem gewissen Abschluß gekommen waren, trat die Atompolitik in eine neue Phase. Der Lenkungsapparat Kernforschung/Kerntechnik unternahm den Versuch, in umfassender Weise die dem Aufbau einer zivilen Atomwirtschaft entgegenstehende Defizite zu analysieren, daraus Teilziele und Prioritäten der Förderungspolitik abzuleiten und diese durch vielfältige aufeinander abgestimmte Maßnahmen zu verwirklichen.

Die Atompolitik mußte darauf angelegt sein, innerhalb eines zunächst kaum überschaubaren Zeithorizonts alle zum Aufbau einer zivilen Atomwirtschaft erforderlichen Faktoren bereitzustellen: Qualifizierte Arbeitskräfte, technologisches und apparatives know how, Rohstoffe, Kapital, rechtliche Regelungen. Die einzuleitende Förderungspolitik mußte den ganzen Bereich von Forschung über Entwicklung bis hin zu industrieller Innovation umspannen. Um so weit wie möglich an den ausländischen Standard in Kernforschung und Kerntechnik anknüpfen zu können, sowie zur Beschaffung von Rohstoffen, mußten vielfältige Formen internationaler Kooperation entwickelt werden. Schließlich mußtem dem Ziel einer baldigen Einführung der Kernenergie in die Praxis dienliche

finanz-, rechts- und wirtschaftspolitische Ma
fen werden.

Zunächst folgte die Förderungspolitik keir
formulierten Programm. Entsprechend den
ten des Prozesses, durch den im Laufe der Z
liche Erkenntnisse in praktisch-industriell g
dungen übergehen, besaß anfangs die Förde
lagenforschung Priorität (1956-1958). Allmä
die Bedeutung von angewandter Forschung
wicklung zu. Durch Übereinkunft der Indus
Eltviller Programm, das nach Verabschie
DAtK als erstes Atomprogramm der BRD a
torentwicklung koordinierte. Dieses Progra
einigen Schwierigkeiten aufgegeben und 196
es, wiederum in Zusammenarbeit von DAtK
industrie entwickeltes Programm ersetzt. 196
die DAtK ein *2. Atomprogramm* für die J
dessen teilweise bis hin zu einzelnen Förder
detaillierte Richtlinien alle Förderungsbe
Grundlagenforschung bis zum Kraftwerksba
im *2. Atomprogramm* geforderten ehrgeizi
maßnahmen wurden – bei einigen Schwierig
bereichen – insgesamt quantitativ und qualit
Insbesondere gelang der Übergang zur unn
striellen Innovation (Bau von Prototypen un
werken). 1967 erreichte in der BRD die
Konkurrenzfähigkeit mit konventioneller E
wurden zwei Kernkraftwerke ohne staatliche
gegeben (bei AEG und Siemens). 1968 e
deutsche Firma, Siemens, gegen starke inte
kurrenz einen Exportauftrag für ein Ker
Argentinien). 1972 waren in der BRD 23 K
Betrieb, in Bau oder in Auftrag gegeben, 8
der Planung.[167]

Wir weisen darauf hin, daß die von der A
strebte und 1967 erreichte »Wirtschaftlichkeit
– ihre Konkurrenzfähigkeit mit konventio
zwar vom jeweils erreichten technischen Star
werksbaus und der erforderlichen Hilfsindu
dere Brennstoffkreislauf) abhängt, aber voı

politisches Datum ist.[168] Kernkraftwerke und Hilfsanlagen erzeugen neben ihrem beabsichtigten Nutzen (Energie) auch Schaden: Sie geben radioaktive Substanzen an die Umgebung ab, die biologisch wirksam sind und verschiedenartige Schädigungen hervorrufen (z. B. Erzeugung von Leukämie und Krebs beim Menschen). Die Wärmeabgabe von Kernkraftwerken kann das ökologische Gleichgewicht in den zur Kühlung benutzten Flüssen stören und deren Fauna und Flora irreversibel schädigen, ja vernichten. Darüber hinaus können Verschlechterungen des Klein-Klimas eintreten (Nebel u. a.). Schließlich sind mit dem Betrieb von Kernkraftwerken Risiken verbunden. Es muß gewährleistet sein, daß im Falle schwerer Betriebsstörungen – z. B. ein Leck im Kühlsystem – ein Austreten der im Reaktor angesammelten großen Mengen hochgiftiger radioaktiver Substanzen verhindert wird. Der Preis für Kernenergie hängt stark ab von dem technischen Aufwand, mit dem man gewährleistet, daß Schadstoffanfall und Betriebsrisiken unterhalb gewisser Toleranzschwellen bleiben. Die Festlegung dieser Toleranzschwellen ist indes ein politisches, kein wissenschaftlich-technisches Problem.

Insbesondere bei der von Kernkraftwerken, Wiederaufarbeitungsanlagen und Endlagerstätten für radioaktive Abfälle an die Umwelt abgegebenen künstlichen Radioaktivität gibt es nämlich – im Gegensatz zu der lange unter Wissenschaftlern verbreiteten und auch heute noch von der interessierten Industrie vertretenen Ansicht – keine Toleranzschwelle, unterhalb derer biologische Schäden nicht mehr eintreten.[169] Vielmehr sind die mit kerntechnischer Energieerzeugung stets verbundenen Schäden gegenüber dem durch sie zu bewirkenden Nutzen abzuwägen. Die Langzeitwirkung sehr geringer künstlicher Radioaktivitäten ist bis heute unzureichend erforscht. Neuere Untersuchungen zeigen, daß aufgrund einer künstlichen Radioaktivität von nur 1% der natürlichen Radioaktivität (kosmische Strahlung, radioaktive Mineralien) – nämlich 1 mrem pro Jahr und Einwohner – bereits 0,1 bis 3 Tote je 1 Million Menschen durch strahleninduzierten Krebs zu erwarten sind.[170] Über die im Laufe vieler Generationen sich kumulierenden genetischen Schäden sind zuverlässige Prognosen bisher gar nicht möglich. Die Gefährlichkeit der künstlichen Radioaktivität wird noch dadurch erhöht, daß

innerhalb der Nahrungskette aufgrund teilweise noch unbekannter biologischer Mechanismen eine sehr selektive Anreicherung von gewissen Radionukliden erfolgen kann.[171]

Neuere Erkenntnisse zwangen z. B. die USAEC Anfang der 70er Jahre, die bis dahin geltenden Toleranzschwellen für die künstliche Strahlenbelastung um das Hundertfache zu verschärfen.[172] Auch die neuen Werte sind keineswegs unbedenklich (s. o.); ihre Festlegung ergab sich vielmehr aus der Forderung, daß Kernenergie mit konventioneller Energie konkurrenzfähig sein sollte, um den auf diesem Gebiet tätigen Monopolen eine profitable Kapitalverwertung zu ermöglichen.

Auf der Reaktortagung 1974 des DAtF gab Ministerialdirigent Dr. Schmidt-Küster vom BMFT zu, daß es »in erheblichem Umfang Schwachstellen in der Kernenergie [...] insbesondere am Ende des Brennstoffkreislaufs«[173] gibt; dem damaligen Forschungsminister Ehmke zufolge ist die »Sicherheitsfrage das Schlüsselproblem«[174] für die Kernenergie. Wegen technischer Mängel in den Kühlsystemen, aufgrund derer Radioaktivität in die Umgebung gelangen konnte, mußten im Herbst 1974 15 der 52 US-amerikanischen Kernkraftwerke vorerst stillgelegt werden. Im Zusammenhang mit diesen Vorgängen trat ein Sicherheitsbeauftragter der USAEC zurück aus Protest gegen unzureichende Sicherheitsmaßnahmen und gegen die »bewußte« Irreführung der Öffentlichkeit über potentielle Gefahren der Kernkraftwerke (nach: *Frankfurter Rundschau*, 23. 9. 74). Ein zufriedenstellend sicherer Betrieb würde die Kernenergie so verteuern, daß sie unter den gegenwärtigen Bedingungen nirgendwo profitabel einzusetzen wäre.[175/175a]

Im Bereich der Grundlagenforschung konnten die westdeutschen Kernphysiker in den 60er Jahren den Anschluß an die internationale Entwicklung erreichen. Mit der GSI werden sie sogar für einige Jahre über international einzigartige und konkurrenzlose Forschungsmöglichkeiten verfügen.[176]

Insgesamt ist festzustellen, daß die Atompolitik der BRD sehr erfolgreich gewesen ist. Von einigen Schwierigkeiten mit dem *Eltviller Programm* abgesehen gelang es weitgehend, die vom Lenkungsapparat ausgearbeiteten Teilziele, Förderungsschwerpunkte und Prioritäten zu verwirklichen, teilweise

sogar innerhalb kürzerer Fristen als ursprünglich erhofft.

Die entscheidende Voraussetzung für die bei der Entwicklung der Atomwirtschaft wie auch der Kernforschung in der BRD erzielten Erfolge war unseres Erachtens die von Anfang der 50er Jahre bis zur Rezession 1966/67 andauernde lange Prosperitätsperiode des westdeutschen Kapitals (auf deren Ursachen wir im vorliegenden Zusammenhang nicht eingehen können). Während dieser Periode verfügten Staat und Wirtschaft über ausreichende finanzielle Ressourcen, so daß sie durch Hergabe ständig steigender Fördermittel den immanenten Notwendigkeiten und Tendenzen von Kernforschung und Kerntechnik weitgehend Raum geben konnten.[177]

Am erfolgreichsten war die Atompolitik zweifellos bei der Förderung der Grundlagenforschung. Dieser Tatbestand findet seine Erklärung darin, daß aufgrund bestimmter Eigentümlichkeiten ein großer Teil dieses Bereichs mit einer besonders einfachen und wirkungsvollen Planungstechnik gesteuert werden kann, nämlich der »parametrischen Steuerung«[178], sowie darin, daß die BRD-Kernphysiker eine sehr erfolgreiche Interessenvertretung betrieben haben. Anfängliche Unzulänglichkeiten in der Reaktorentwicklungspolitik wirkten sich hauptsächlich deswegen nicht nachhaltig aus, weil sie zu einer Zeit auftraten, in der die Grundlagenforschung noch ganz im Mittelpunkt aller Förderungsanstrengungen stand. Als nach 1960 die Reaktorentwicklung immer mehr in das Zentrum der Atompolitik rückte, war aufgrund der ausländischen Entwicklungen (insbesondere in den USA) bereits klar erkennbar, welche Baulinien am ehesten eine wirtschaftliche Kernenergienutzung erwarten ließen. Damit entfielen viele Unsicherheitsfaktoren in den Planungsentscheidungen.

Wir geben im folgenden eine detaillierte Darstellung der Grundlagenforschungspolitik im Atombereich. Da diese Politik in einem einheitlichen Handlungszusammenhang mit den anderen Bereichen der Atompolitik entworfen und durchgeführt wurde, ist die Abgrenzung einigermaßen problematisch. Überdies kann eine isolierte Darstellung der Grundlagenforschungspolitik Mißverständnisse hervorrufen, da der größere, auf privatwirtschaftliche Verwertungsinteressen ausgerichtete Zusammenhang der Atompolitik nicht erkennbar wird.[179] Daher schließen wir einen kurzen Überblick über die wichtig-

sten Etappen der industrienahen Reaktorentwicklungspolitik an. Im Anhang 11 und 12 finden sich einige Budgetstatistiken, die die globalen finanziellen Aspekte der Atompolitik und die Gewichte verschiedener Förderungsbereiche belegen.

II.5.1 Grundlagenforschung

Vorbemerkung: Die begriffliche Abgrenzung von Grundlagenforschung – angewandter Forschung – Entwicklung – Innovation ist keineswegs scharf und eindeutig zu treffen. Die fließenden Übergänge bei konkreten Projekten stellen eine erhebliche Schwierigkeit bei der Förderungspolitik dar. Wir gehen hier nicht auf die zahlreichen Definitionsversuche ein. Hinsichtlich der im vorliegenden Zusammenhang besonders interessierenden Grundlagenforschung stimmen die üblichen Definitionen[180] darin überein, daß sie »Grundlagenforschung« von ihrem »Ziel« her bestimmen als auf Erkenntnisgewinn, nicht aber auf praktische Anwendung ihrer Ergebnisse ausgerichtet.

Die dringendste Notwendigkeit beim Aufbau einer zivilen Atomwirtschaft in der BRD war die Bereitstellung einer ausreichenden Anzahl von Fachkräften (Naturwissenschaftler, Techniker, Ingenieure) sowie – als Voraussetzung dafür – von Lehrern und Geräten zu ihrer Ausbildung.[181] Als optimales Mittel fundierter Ausbildung wurde daher zunächst die kernphysikalische Grundlagenforschung angekurbelt. Hinter der Förderung von Grundlagenforschung wurde ein »vorschneller Übergang auf die technologische Stufe und damit das Streben nach einem sichtbaren Prestigeerfolg bewußt zurückgestellt.«[182] Da die kernphysikalischen Grundlagen für die Konstruktion von Kernreaktoren im wesentlichen bereits bekannt waren, ist die durch Teilnahme an Grundlagenforschung entstandene Qualifikation wissenschaftlich-technischer Kader in diesem Fall als ihr wesentliches – planbares und geplantes – Ergebnis anzusehen. In diesem Sinne war die kernphysikalische Grundlagenforschung in der BRD durchaus und vor allem an einer praktischen Anwendung ihrer Ergebnisse – qualifizierter Arbeitskräfte bzw. deren Ausbilder – orientiert, wenn auch nicht an einer Anwendung der ja im einzelnen nicht vorhersehbaren wissenschaftlichen Ergebnis-

se.[183] (Die üblichen Definitionen von »Grundlagenforschung« werden also neueren Entwicklungen nicht mehr gerecht, in denen Wissenschaft zunehmend planvoll in einen arbeitsteiligen Produktionszusammenhang integriert wird.)[184]

»[...] der Tradition der deutschen Wissenschaft folgend«[185], vor allem aber um keine Zeit zu verlieren[186], wurde die Kernforschung zunächst dezentralisiert in die vorhandenen Stätten naturwissenschaftlicher und technischer Forschung bzw. Ausbildung (Hochschulen, Institute der Max-Planck-Gesellschaft, Ingenieurschulen) eingegliedert. In einer 1. Phase wurden in Zusammenarbeit von Bund und Ländern vor allem bestehende Einrichtungen mit Personalmitteln und Geräten ausgestattet (1956-1958). Nach einer »naturwüchsigen« Herausbildung von Schwerpunkten wurden Spezialgeräte angeschafft und Erweiterungsbauten vorgenommen. Die Staatsverwaltung beabsichtigte zunächst nicht, staatliche Kernforschungszentren zu errichten; Ausnahmen wurden nur gemacht, wenn der vorhandene institutionelle Rahmen zu eng war, etwa aufgrund der baulichen Dimension, des Kapitalaufwandes, der Gefährlichkeit oder des beabsichtigten Forschungsprogramms.[187]

Die Länder finanzierten vorwiegend die Grundausstattung der Institute, einschließlich eines Kerns von Personalstellen. Das BMAt gab – auf dem Wege des in Kapitel 4.3 und 4.3.1 erläuterten Bewilligungsverfahrens – Zuschüsse für die Anschaffung kostspieliger Geräte und für zusätzliche Personalstellen für besondere Forschungsvorhaben. Im Laufe der Zeit spielte sich eine Arbeitsteilung ein derart, daß die Länder typischerweise 1/3 der Etats kernphysikalischer Hochschulinstitute finanzierten; die restlichen 2/3 wurden hauptsächlich durch Zuschüsse des BMAt aufgebracht. Zusätzliche Finanzierungsquellen geringerer Ergiebigkeit waren DFG und Stiftungen (VW, Thyssen). Die Priorität der Grundlagenforschung kommt deutlich im Haushaltsentwurf des BMAt für 1956 zum Ausdruck.[188] Bei einem Gesamtetat von 44,4 Mio. DM wurden veranschlagt:

– 17 Mio. DM für die Förderung der Kernforschung durch Erweiterung und Modernisierung wissenschaftlicher Institute,
– 3,7 Mio. DM für gezielte Ausbildungsförderung; dagegen nur

– 6,8 Mio. DM für neue Forschungsstätten (Versuchsreaktoren, Kernforschungszentrum Karlsruhe) und nur
– 7,5 Mio. DM für unmittelbar verwertungsbezogene Zwecke (kerntechnische Entwicklung, Uranabbau, Strahlennutzung und -schutz),
– 7,2 Mio. DM gingen als deutscher Beitrag an CERN.

Eine besondere Rolle spielen in der Kernphysik Großgeräte wie Forschungsreaktoren und Teilchenbeschleuniger. Diese zur experimentellen Forschung unerläßlichen Instrumente sind selbst Produkte der (angewandten) Forschung und repräsentieren häufig in vielfacher Hinsicht technische Höchstleistungen. Um der in Rückstand befindlichen kernphysikalischen Grundlagenforschung in der BRD so schnell wie möglich dem internationalen Standard entsprechende Geräte zu verschaffen, wurden zunächst mehrere Reaktoren und Beschleuniger bei ausländischen Firmen »von der Stange« gekauft. Im Sommer 1956 wurden, hauptsächlich auf Initiative verschiedener Landesregierungen, die ersten Forschungsreaktoren in den USA bestellt.[189]

Diese sollten in erster Linie der Ausbildung und der wissenschaftlich-technischen Grundlagenforschung dienen, während demgegenüber ihre Rolle für die Industrie und deren technische Bedürfnisse zurücktrat. Als erster der Forschungsreaktoren wurde der für die TH München errichtete am 31. 10. 57 kritisch; es folgte der Reaktor des Instituts für Kernphysik der Universität Frankfurt (ein Geschenk der Farbwerke Hoechst AG.) am 10. 1. 58. Außer den Forschungsreaktoren wurden ab 1956 zahlreiche zumeist »kleinere« Beschleuniger im Ausland bestellt (die durchaus je Stück mehrere Mio. DM kosten können!). Ab 1957 bis Anfang der 60er Jahre konnte der größte Teil dieser Beschleunigergeneration – es handelte sich vor allem um Van-de-Graaff-Beschleuniger mit Energien bis zu 6 MeV – in Betrieb genommen werden.[190]

1958 wurde das Max-Planck-Institut für Kernphysik in Heidelberg gegründet.[191] Es erhielt 1961 einen 12 MeV-EN-Tandembeschleuniger der HVEC[192] (Herstellungs-Nr. 7[193]; Preis über 4 Mio. DM), der erstmals – neben zahlreichen Anwendungen in der konventionellen kernphysikalischen Frontforschung – in der BRD kernphysikalische Experimente mit schweren Ionen ermöglichte. Allerdings wurde das Gerät

in den ersten Jahren noch hauptsächlich zur Untersuchung von Kernreaktionen leichter Teilchen benutzt. Erst nachdem die für Schwerionen-Kernphysik erforderlichen apparativen Hilfsmittel aufgebaut und genügend erprobt waren – etwa 1964/65 –, begannen in größerem Umfang Schwerionenexperimente (Transfer- und Compoundkernreaktionen, elastische Streuung).[194]

Abgesehen vom erforderlichen Zeitaufwand bieten Eigenentwicklung und Selbstbau von Forschungs-Großgeräten beträchtliche Vorteile, besonders wenn es sich um neuartige Geräte handelt. Einige Stichworte mögen dies verdeutlichen:

– Ausbildungseffekt für die an Projektierung und Bau Beteiligten.
– Erwerb von technologischem und apparativem know how.
– Förderung der heimischen Industrie.
– U. U. Ermöglichung origineller Forschungsprogramme.

Daher wurden gleichzeitig Entwurf, Planung und Bau von Forschungsreaktoren und Beschleunigern in der BRD forciert. Ab Ende der 50er und während der 60er Jahre wurde in der BRD an mehreren Orten an der Beschleunigerentwicklung gearbeitet. Die Aktivitäten erstreckten sich von theoretisch-physikalischen Grundlagenstudien über experimentelle Untersuchungen zu Einzelproblemen und an Labormodellen und -prototypen bis hin zu technischen Detailentwicklungen, der Erstellung baureifer Unterlagen und schließlich dem Bau. Träger dieser Arbeiten waren verschiedene Gruppen an Universitäten, Max-Planck-Instituten und in Industrielaboratorien. Zwischen ihnen gab es vielfältige Kooperationen; teilweise wurde auch mit ausländischen Gruppen zusammengearbeitet.

Die Initiative zu den Beschleunigerentwicklungen ging jeweils aus von Wissenschaftlern, die angewandte Physik betrieben und sich am »Weltstandard« von apparativen Entwicklungen und den hierdurch ermöglichten bzw. zu ermöglichenden Forschungsprogrammen orientierten. In der Anfangsphase wurden die verschiedenen Entwicklungen jeweils als »little science« in vorhandenen Institutionen betrieben. Sie wurden in dieser Phase nach dem im Bereich der Kernforschung und kernforschungsrelevanter Disziplinen üblichen Verfahren parametrisch gelenkter Selbststeuerung

der Wissenschaft gefördert.[195] Alle Hauptrichtungen der internationalen Forschung waren vertreten.

1. Für Forschungsarbeiten in der Niederenergie-Kernphysik wurde eine Ausweitung des Massenbereichs angestrebt: Entwicklung von Schwerionenbeschleunigern.[196]
2. Für Forschungsarbeiten in der Mittelenergie-Kernphysik wurden Beschleuniger entwickelt, die bei möglichst hohen Strahlströmen leichte Teilchen (Protonen bis Alphateilchen) auf einige 10 bis einige 100 MeV beschleunigen sollten.
3. Für Forschungsarbeiten in der Hochenergie- (= Elementarteilchen-) -Physik wurden Beschleuniger im GeV-Bereich entwickelt.

Die jeweils dominierenden Beschleunigertypen waren:

1. Hochfrequenz- und Gleichspannungsbeschleuniger (linear oder Kreis) mit verschiedenen Feldkonfigurationen.
2. Isochron-Zyklotrone (u. U. mit Injektoren).[197]
3. Synchrotrone (teilweise avancierte Technologie: Nutzung von Supraleitung; avancierte Erweiterungs- und Experimentiergeräte: Speicherringe, Blasenkammern.).

In allen Sparten konnten die Arbeiten bis zum Bau von Geräten vorangetrieben werden, die zum Zeitpunkt ihrer ersten Inbetriebnahme »Frontforschung« ermöglichten.

Aus Mitteln des Landes Nordrhein-Westfalen und der DFG wurden an der Universität Bonn zwei von dortigen Wissenschaftlern entworfene Großbeschleuniger von deutschen Firmen errichtet.[198] Unter Leitung von Prof. Riezler entstand ein 35 MeV-Synchrozyklotron, welches 1958 in Betrieb ging. Ihm folgte 1959 ein nach Plänen von Prof. Paul gebautes 600 MeV-Elektronen-Synchrotron.

Auf Beschluß des Ausschusses »Hochenergiebeschleuniger« des AK II/3 »Kernphysik« der DAtK erhielt die AEG im November 1957 einen Auftrag zur Entwicklung und zum Bau eines Isochron-Zyklotrons.[199] Dabei handelt es sich um einen speziell auf hohe (relativistische) Energien zugeschnittenen Beschleunigertyp. Eine erste derartige Maschine war von Philips gebaut und 1958 in Delft (Niederlande) in Betrieb genommen worden.[200] Die AEG begann ihre Entwicklungsarbeiten im Jahre 1958; 1960 begann der Bau und 1964 erfolgte die Inbetriebnahme eines 50 MeV-Isochron-Zyklotrons im Kernforschungszentrum Karlsruhe.[201]

Im Jahre 1959 wurde DESY vom Bund und vom Land Hamburg gegründet mit der Zweckbestimmung, ein Elektronen-Synchrotron für 7,5 GeV Endenergie zu errichten und zu betreiben.[202] Die Gründung ging auf eine Initiative des Fachausschusses Kernphysik der DPG zurück (Mitglieder waren u. a. die Professoren Walcher, Gentner, Riezler, Paul, Jentschke), die im Anschluß an die internationale Beschleunigerkonferenz von 1955 in Genf ergriffen wurde.[203] Zunächst waren die westdeutschen Hochenergiephysiker am Bau eines großen Protonenbeschleunigers interessiert. Wegen dessen hohen Kosten entschlossen sie sich dann zu einer Initiative für einen Hochenergie-Elektronenbeschleuniger. Dem Direktorium von DESY gehörten an die Professoren Jentschke (Vorsitzender), Stähelin, Paul und Walcher. Vorsitzender des Wissenschaftlichen Rates wurde Prof. Schmelzer, der damals bei CERN in Genf arbeitete.[204] Der Beschleuniger von DESY war eine Eigenentwicklung deutscher Wissenschaftler. Er wurde 1964 – 2 Jahre nach der ersten vergleichbaren Anlage in den USA (MIT/Harvard University in Cambridge [Mass.]) – in Betrieb genommen.

In den Jahren 1956-1958 wiesen unter den Ausgaben des BMAt diejenigen für Grundlagenforschung und Ingenieurausbildung mit Abstand die größten Steigerungsraten auf.[205] Obwohl die Anzahl der Etatposten schnell zunahm, entfiel allein auf diese beiden Bereiche im Jahre 1958 ein Anteil von über 55% am gesamten Budget des BMAt. Naturgemäß stiegen dabei zunächst die Investitionsausgaben wesentlich schneller als die zum Unterhalt der Einrichtungen aufgebrachten laufenden Mittel.[206] Da die westdeutsche nuclear physics community zunächst sehr klein, die staatlichen Fördermittel aber sehr großzügig bemessen waren, konnten fast alle sich regenden Initiativen gefördert werden. BMAt-Staatssekretär Cartellieri sprach in diesem Zusammenhang von einem »gleichmäßigen und ausreichenden ›Rieselregen für alle‹ aus den Etats von Bund und Ländern«.[207] Beispielsweise erhielten 1961 etwa 200 Institute Zuschüsse des BMAt; für rund 570 Wissenschaftler und 400 technische Mitarbeiter wurden vom BMAt Personalmittel zur Verfügung gestellt.[208] Aufgrund der massiven Förderung trat ein schnelles Wachstum der westdeutschen nuclear physics community ein. Leider existieren

keine Statistiken, die im einzelnen jährliche Anzahl und Zunahme von Hochschulinstituten, Lehrstühlen, Hochschulabsolventen und Ausgebildeten insgesamt in Physik und Kernphysik in der BRD belegen. Doch demonstrieren auch die verfügbaren lückenhaften Unterlagen ein starkes Wachstum der physics community und insbesondere der nuclear physics community (vgl. Anhang 15) sowie eine starke Zunahme von deren apparativer Ausstattung (vgl. Anhang 16).

Die auf ein schnelles Wachstum der nuclear physics community abzielende staatliche Kernforschungspolitik stand unter sehr günstigen Bedingungen; dies nicht nur im Hinblick auf die angesichts der ökonomischen Prosperität reichlich verfügbaren Finanzmittel, sondern auch im Hinblick auf die Kooperationsbereitschaft der Physiker. Da die Kapazitäten für wissenschaftliche Ausbildung und Forschung insgesamt – schwerpunktmäßig in den Naturwissenschaften – stark ausgebaut werden mußten[209], trat nicht die Schwierigkeit auf, gewisse naturwissenschaftliche Disziplinen zugunsten einer Expansion der Kernphysik austrocknen zu müssen. Vielmehr konnten alle seitherigen Förderungen (sogar verstärkt) fortgesetzt werden; die Kernphysik trat als neuer Bereich mit besonders nachhaltiger Förderung hinzu. Mit wachsendem Umfang und zunehmender Aktivität der westdeutschen »nuclear physics community« wurden die staatlichen Gelder relativ immer knapper, und es mußte eine schärfere Auswahl unter den vorgelegten Förderungsanträgen erfolgen. Die beantragenden Wissenschaftler rechneten daher von vornherein nur mit Teilbewilligungen und stockten dementsprechend ihre Antragssummen auf, um in etwa doch das Benötigte zu bekommen.[210] Die Situation Anfang der 60er Jahre war dadurch gekennzeichnet, daß

– der Nachholbedarf hinsichtlich konventioneller Kernphysik durch die vorangegangene breite Förderung weitgehend befriedigt war,
– die schnell angewachsene »nuclear physics community« immer mehr Fördermittel nachfragte, und zwar zunehmend für qualitativ neue und ehrgeizige Projekte,
– innerhalb der Atompolitik das Gewicht der Grundlagenforschungsförderung gegenüber den anwendungsnäheren Be-

reichen (z. B. Reaktorentwicklung) zurückging.
Damit trat dann der für die Wissenschaftsförderung bzw. -lenkung typische »Normalzustand« ein: Knappe staatliche Mittel mußten nach strengen Prioritäten auf ein überreichliches Problemangebot der »nuclear physics community« verteilt werden. Die vorherige Breitenförderung der Grundlagenforschung (»Gießkannenprinzip«) wurde abgelöst durch eine zunehmende Orientierung auf Schwerpunkte.

II.5.2 Reaktorentwicklung

Entsprechend der von der Industrie gewünschten Arbeitsteilung zwischen Staat und Privatwirtschaft[211] lag die eigentliche Reaktorentwicklung hauptsächlich in den Händen der Industrie. Langfristige und grundlegendere Vorhaben wurden und werden in den Kernforschungszentren Karlsruhe und Jülich durchgeführt.

In Karlsruhe und Jülich war zunächst nur die Errichtung von Reaktorstationen geplant, die der deutschen Industrie wichtige erste praktische Erfahrungen im Reaktorbau – fast ausschließlich auf Staatskosten – ermöglichen sollten. So wurde in Karlsruhe der erste völlig in Deutschland konzipierte Forschungsreaktor FR2 (der aus den ab 1954 von der Göttinger Reaktorgruppe unter Professor Wirtz durchgeführten Planungen hervorging) von einer aus der »Physikalischen Studiengesellschaft mbH« hervorgegangenen deutschen Firmengemeinschaft errichtet. Dieser schwerwassermoderierte Natururanreaktor hatte eine thermische Leistung von 12 MW und wurde am 7. 3. 61 erstmals kritisch. In Jülich erhielt ein von der AEG angeführtes deutsches Firmenkonsortium die Gelegenheit, nach englischen Konstruktionsunterlagen den schwerwassermoderierten, mit angereichertem Uran arbeitenden Reaktor DIDO (10 MW_{th}) zu bauen. Dieser konnte erst Ende 1962 fertiggestellt werden.[212] Überdies hatten die Zentren eine wichtige Funktion für die Ausbildung. Ihre »Arbeitsphilosophie« sah vor, daß »junge Ingenieure und Wissenschaftler der am Bau von Kernreaktoren und anderer kerntechnischer Anlagen interessierten Firmen für eine gewisse Zeit« in den Zentren arbeiten »und dann in ihre Firma zurückkehren (sollten), um hier die gewonnenen Erfahrungen auszuwerten.«[213]

II.5.2.1 Das »Eltviller Programm« (1957)

Die Industrie erkannte sehr schnell, »daß ohne Abstimmung und Koordinierung der Projekte untereinander ein sinnvoller und wirtschaftlicher Einsatz der Kräfte insgesamt nicht möglich ist. Deshalb trafen sich um die Jahreswende 1956/57 die führenden Kräfte der Industrie und der Hochschulen in Eltville am Rhein, um ein gemeinsames Entwicklungsprogramm festzulegen. Dieses Programm sah vor, daß fünf Leistungsreaktortypen (vgl. Anhang 17) in Zusammenarbeit zwischen der Industrie und den Elektrizitätsversorgungsunternehmen projektiert und nach Möglichkeit auch gebaut werden sollten.«[214] Die Gründe für die Festlegung auf gerade fünf verschiedene Baulinien waren weniger wissenschaftlich-technischer Natur, als vielmehr durch die Konkurrenz- und Machtverhältnisse in der westdeutschen Atomwirtschaft bedingt. Es hatten sich nämlich fünf an der Atomenergieverwertung interessierte Industriekonsortien gebildet, die alle ihren Anteil am Kuchen der staatlichen Fördermittel beanspruchten.[215] (Siehe Anhang 17)

Das von diesen maßgeblichen Industriegruppen der Atomwirtschaft im sogenannten *Eltviller Programm* getroffene Arrangement wurde anschließend vom atompolitischen Lenkungsapparat – insbesondere dem Arbeitskreis II-III/1 »Kernreaktoren« und den Fachkommissionen III »Technisch-wirtschaftliche Fragen bei Reaktoren« (Vorsitz: Winnacker) und V »Wirtschaftliche, finanzielle und soziale Probleme« (Vorsitz: Menne) – durch detaillierte Planungen ausgestaltet und schließlich durch Beschluß der DAtK vom 9. 12. 57 offiziell sanktioniert und zum Kern des ersten deutschen Atomprogramms[216] erhoben.[217] Die vom BMAt gebilligten[218] Planungen sahen vor, bis zum Jahre 1965 von jeder der fünf Baulinien einen Leistungsreaktor mit etwa 100 MW_e zu errichten.[219] An den Kosten für Vor- und Detailplanung, die eine Größenordnung von 50 Mio. DM bei jedem einzelnen Reaktortyp erreichen können, sollte sich die öffentliche Hand bis zur Hälfte durch bedingt rückzahlbare Darlehen beteiligen. (Bei Mißlingen der Entwicklung sollte auf die Rückzahlung der Darlehen verzichtet werden.) Zudem war in Aussicht genommen, daß die öffentliche Hand zu erwartende Betriebsverluste übernehmen sollte. Die Finanzierung der Versuchs-

kraftwerke wurde im übrigen für völlig unproblematisch gehalten, da man als Hauptproblem die hohen Risiken bei den Investitionen ansah, nicht ihre Höhe.[220] Neben dem »500 MW-Programm« enthielt das erste deutsche Atomprogramm noch – allerdings wenig detaillierte – Pläne für kleine Versuchsreaktoren mit 10-20 MW_e und, als Zukunftsmusik, für einen 1000 MW_e-Leistungsreaktor. Obwohl die Planungsarbeiten zunächst gut vorankamen, geriet das 500 MW-Programm bald in unvorhergesehene Schwierigkeiten und wurde 1959/60 zugunsten »realistischer« Konzeptionen im wesentlichen fallengelassen.[221]

Der nach der ersten Genfer Atomkonferenz vom August 1955 vorherrschende Optimismus hinsichtlich der baldigen Realisierbarkeit einer wirtschaftlich konkurrenzfähigen Kernenergieerzeugung machte nach der 2. Genfer Atomkonferenz (September 1958) einer allgemeinen »Ernüchterung« Platz. »Man erkannte, daß die Investitionskosten für Kernkraftwerke bisher erheblich unterschätzt worden waren. Sie mochten um rund 50% höher liegen, als man ursprünglich geglaubt hatte, so daß die Wirtschaftlichkeit der Kernenergienutzung um mindestens fünf, vielleicht sogar zehn Jahre hinausgerückt schien.«[222] Angesichts dieser Gegebenheiten hielt die Wirtschaft die staatlichen Finanzhilfen für unzureichend. Sie war trotz intensiver Bemühungen des BMAt nicht bereit, mit dem Bau von Leistungsreaktoren im Rahmen des 500 MW-Programms zu beginnen, drängte vielmehr auf umfassendere staatliche Förderung.[223]

Die zeitweilige Stagnation der westdeutschen Reaktorentwicklung läßt sich auch an den Aufwendungen des BMAt für diesen Zweck ablesen. Diese stiegen von 1957-1959 zunächst kräftig an, gingen dann aber wieder zurück.[224] In Zusammenarbeit von BMAt und Bundesfinanzministerium wurden Vorschläge für großzügigere staatliche Finanzhilfen ausgearbeitet. Im März 1959 kam es zu einer von der Fachkommission V »Wirtschaftliche, finanzielle und soziale Probleme« der DAtK gebilligten Vereinbarung. Diese sah vor, außer – wie schon bisher – Entwicklungszuschüssen und Risikogarantien auch großzügige Investitionshilfen zu geben (u. a. aus dem ERP-Sondervermögen); außerdem sollte die bisher vernachlässigte Zuliefer- und Hilfsindustrie (z. B. Brennstoffkreislauf)

durch Bundesmittel unterstützt werden.[225] Es ist zu vermuten, daß der kurz darauf (im Mai 1959) erfolgte Zusammenschluß der vier wichtigsten atomwirtschaftlichen Vereinigungen zum DAtF nicht zuletzt auf angesichts des vergrößerten finanziellen Engagements nun nachdrücklicher geäußerte Wünsche der Staatsverwaltung nach verstärkter Zusammenarbeit der privaten Konzerne zurückging. Zu den satzungsgemäßen Zwecken des DAtF gehörten die »Förderung der Diskussion über gemeinsame Bestrebungen der Unternehmen, die an der friedlichen Verwendung der Atomkernenergie interessiert sind«, sowie die »Zusammenarbeit mit der Legislative und Exekutive des Bundes und der Länder«.[226]

Aufgrund der stärkeren Finanzhilfe des Bundes erhielt die Reaktorentwicklung zunächst wieder neuen Auftrieb. Mehrere Gruppen von Elektrizitätsversorgungsunternehmen vergaben in den Jahren 1959/60 Entwicklungsaufträge, die zur Erstellung baureifer Unterlagen für Versuchskernkraftwerke der im *Eltviller Programm* vorgesehenen fünf Baulinien führen sollten.[227] Tatsächlich gebaut wurden aber wegen ihrer Unwirtschaftlichkeit nur zwei der Reaktoren[228]: einer mit erheblich geringerer Leistung, der andere wurde erst 1970 fertiggestellt.[229] Die übrigen Entwicklungen wurden entweder stillgestellt oder in spätere modifizierte Kernkraftwerksprojekte sowie ein neues »Programm für fortgeschrittene Reaktoren für Versuchsatomkraftwerke« eingebracht. (Vgl. Anhang 17 und 18.)

II.5.2.2 Das »Programm für fortgeschrittene Reaktoren für Versuchsatomkraftwerke« (1960)

Als die Planungen des *Eltviller Programms* nicht verwirklicht werden konnten, begann »eine Zeit der Flaute [...] eine Zeit auch der Unruhe in den Reaktorgruppen der Industrie, die mühsam und kostspielig zusammengefügt worden waren und nun zu zerfallen, gar abzuwandern drohten«.[230] »In dieser sehr kritischen Periode im Jahre 1960 half das Ministerium (das BMAt; K.P.) mit dem Vorschlag, die DAtK möge zusammen mit der Reaktorbauindustrie ein Programm zur Entwicklung fortgeschrittener Versuchsreaktoren [...] ausarbeiten [...]. [...] Es war [...] eine Art Nothilfe [...] für

die Industrie [. . .].«[231]

Entsprechend den Vorschlägen des BMAt wurde das Programm mit dem Ziel einer »Anpassung der mit dem Eltviller 500 MW-Programm eingeleiteten Entwicklung an die raschen Fortschritte der Reaktortechnik im Ausland [. . .] erarbeitet«.[232] Aufgrund der seit der 2. Genfer Atomkonferenz vom September 1958 gewonnenen Erkenntnisse wurden die früheren Planungen revidiert zugunsten einer auf längere Frist angelegten Entwicklung.[233] Man wollte teilweise »ganz neue Konstruktionsideen«[234] verwirklichen, weshalb man zunächst nur kleine Versuchskraftwerke mit Leistungen von 5-25 MW_e ins Auge faßte. Hinsichtlich der Finanzierung ist folgende Bemerkung von Dr. H. Kühne, seinerzeit Referent für Reaktoren im BMwF, aufschlußreich.[235] »Wegen des großen Interesses der deutschen Reaktorbauindustrie an dieser Entwicklung werden die Kosten mindestens mit 20% von den ausführenden Firmen und bis zu 80% vom Bund getragen«. Bereits ein 20%iger Beitrag der Industrie wurde also als erklärungsbedürftig hoch angesehen.

Es war vorgesehen, in einer ersten auf drei Jahre veranschlagten Stufe baureife Unterlagen für fünf Projekte zu erarbeiten, die in einer zweiten, ebenfalls auf drei Jahre veranschlagten Stufe auch gebaut werden sollten. Eine Übersicht über Baulinien, ausführende Firmen und Entwicklungskosten gibt Anhang 18. Soweit die Projekte auch realisiert wurden, übernahm die öffentliche Hand fast vollständig die jeweils etwa 100 Mio. DM betragenden Investitionskosten.[236]

»Mitte 1961 machte das Ministerium (das BMAt; K.P.) den weiteren Vorschlag, daß alle Reaktorbaufirmen ein gemeinsames Forschungsprogramm aufstellen sollten [. . .]. [. . .] Es wurden rund 120 Vorhaben zusammengestellt mit einem Kostenaufwand von 100 Mio. DM, die der Bund zu einem erheblichen Teil aufzubringen bereit war. Dieser Gedanke der partnerschaftlichen Zusammenarbeit von Staat, Wissenschaft und Wirtschaft erwies sich jedoch als Fehlschlag. Die Sonderinteressen überwogen; auch war die Zeit wohl noch nicht reif für eine Konzentration der vielfältigen Ansätze für verschiedene Reaktorkonzepte.«[237] Die von der Staatsverwaltung zunächst »vergeblich angestrebte Konzentration und

Zusammenarbeit unter den Firmen«[238] kam erst Mitte der 60er Jahre stärker in Gang.[239]

II.5.2.3 Sonstige Projekte

Einige wichtige Projekte wurden außerhalb der zentralen Programme durchgeführt. »Parallel zum 500 MW-Programm der Reaktorbaufirmen suchte die Elektrizitätswirtschaft nach einer Möglichkeit, schnell Betriebserfahrungen mit Kernenergieanlagen gewinnen zu können.«[240] Nach einigem Hin und Her erhielt im Juni 1958 die AEG einen Auftrag vom RWE (Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk) und der Bayernwerk AG, als Hauptlieferant ein schlüsselfertiges Versuchskraftwerk mit Siedewasserreaktor von 15 MW_e Leistung zu erstellen.[241] Die nuklearen Komponenten dieses in Kahl am Main errichteten und 1961 fertiggestellten ersten Kernkraftwerks auf westdeutschem Boden bezog die AEG von der US-amerikanischen General Electric Co.. Ebenfalls 1958 begann die AEG in Zusammenarbeit mit der General Electric Co. und der Hochtief AG aufgrund eines entsprechenden Auftrags des RWE mit Planungsarbeiten für ein großes Kernkraftwerk mit einer Leistung von etwa 200 MW_e.[242] Weitere über den Rahmen des 500 MW-Programms hinausgehende Initiativen gab es im Zusammenhang der bei der GKSS (Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schiffahrt mbH) zusammenlaufenden Bemühungen um den Bau eines atomgetriebenen Handelsschiffes.[243]

1961 erhielt »nach jahrelangen internen Verhandlungen«[244] Siemens einen Auftrag des Bundes zur Errichtung des sogenannten MZFR (Mehrzweckforschungsreaktor) im KFZK. Dabei handelt es sich um ein von Siemens entwickeltes Prototyp-Kernkraftwerk mit 50 MW_e Leistung, welches die mit dem FR-2-Reaktor eingeschlagene Baulinie fortsetzte. Die offizielle Bezeichnung als »Forschungsreaktor« wurde wohl aus »kosmetischen« Gründen gewählt[245], um zu legitimieren, daß die öffentliche Hand 147 Mio. DM der gesamten Baukosten von 157 Mio. DM aufbrachte. Der MZFR wurde 1965 fertiggestellt.[246]

Ende 1962 begann die Firmengemeinschaft AEG-General-Electric (USA)-Hochtief AG aufgrund der seit 1958 durchge-

führten Planungen mit dem Bau eines großen Kernkraftwerkes für das RWE und die Bayernwerk AG.[247] Es setzte – mit einer auf 237 MW_e gesteigerten Leistung – die beim Versuchsatomkraftwerk Kahl eingeschlagene Baulinie fort und wurde 1967 in Gundremmingen/Donau fertiggestellt. Da die nuklearen Komponenten im Ausland (USA) entwickelt und größtenteils auch gebaut wurden, erfolgte eine öffentliche Förderung »im wesentlichen nur (!; K.P.) durch die Übernahme von Betriebsverlusten, durch Abschreibungserleichterungen, die Übernahme von Bürgschaften für Fremdmittel sowie die Bereitstellung von Mitteln aus dem ERP-Sondervermögen«.[248]

II.5.2.4 Langfristige Vorhaben

Nach mehrjährigen Vorarbeiten wurden 1960 zwei große langfristige Entwicklungsprojekte in Angriff genommen: Die Entwicklung eines schnellen Brüters und die kontrollierte Kernfusion.

Der »schnelle Brüter« wird auf Empfehlung der DAtK im KFZK entwickelt.[249] Dieser Reaktortyp wird einmal eine wesentlich wirtschaftlichere Ausnutzung der Kernenergievorräte ermöglichen als konventionelle Reaktoren; zunächst aber gab (und gibt!) er eine große Zahl schwieriger konstruktiver und technologischer Probleme auf. Entsprechend hoch sind die Entwicklungskosten, die zunächst auf 185 Millionen DM veranschlagt wurden[250], aber mittlerweile (1973) auf das Zehnfache angestiegen sind.[251] Die Mittel wurden größtenteils durch das BMAt aufgebracht (vgl. den steilen Anstieg der BMAt-Aufwendungen für das KFZK nach 1960, Anhang 14), erhebliche Zuschüsse kamen von der Euratom.[252]

Die kontrollierte Kernfusion, deren Verwirklichung unbegrenzte Energievorräte erschließen würde, befand sich 1960 überall auf der Welt noch ganz im Stadium von Grundlagenuntersuchungen. Auch gegenwärtig ist noch nicht abzusehen, ob ein »Fusionsreaktor« »machbar« sein wird.[253] Aus diesem Grunde war es naheliegend, diese Arbeiten innerhalb der Max-Planck-Gesellschaft zusammenzufassen; zu dem Zwecke wurde das IPP (Institut für Plasmaphysik) in München-Garching gegründet.[254]

II.6 Das 2. Atomprogramm (1963-1967)

Die allgemeinen Richtlinien der FEI-Politik im Atombereich für die Jahre 1963-1967 wurden durch das *2. Atomprogramm* festgelegt. Dieses Programm leitete eine neue Phase der Atompolitik ein; sie war durch den Versuch gekennzeichnet, erstmals alle Bereiche – Forschung, Entwicklung, Bau und Betrieb von Versuchsanlagen und Prototyp-Kernkraftwerken – in einem einheitlichen programmatischen Zusammenhang zu entwickeln. Eine regierungsoffiziöse Darstellung[255] führt hierzu aus: »Nach den ersten sieben ›mageren‹ Jahren mit ihren zum Teil improvisierten, teils unvollständigen und recht begrenzten Programmen für die Leistungsreaktorentwicklung lag es für die Bundesrepublik nahe, ein Gesamtprogramm für die Entwicklung der Kernenergienutzung zu schaffen, so etwas wie ein deutsches Atomprogramm. Im Juli 1962 bat der damalige Atomminister Siegfried Balke die DAtK, ein langfristiges Förderungsprogramm dieser Art auszuarbeiten. Es sollte sich in Anlehnung an den Fünfjahrszeitraum des zweiten Forschungsprogramms der EURATOM über die Jahre von 1963 bis 1967 erstrecken. Die DAtK griff diesen Vorschlag auf (! – Das BMAt als Beratungsorgan der DAtK!; K. P.)[256] und bildete einen Sonderausschuß, der am 31. Oktober 1962 seine Tätigkeit aufnahm. Aus seiner Mitte wählte dieser Ausschuß zehn Berater, die unter dem Vorsitz des Münchner Professors Heinz Maier-Leibnitz (Mitglied des AK II/3 »Kernphysik«; K. P.) im Januar 1963 den ersten Entwurf des künftigen deutschen Atomprogramms verfaßten. Am 4. Mai 1963 wurde das noch weiter bearbeitete Programm schließlich von der DAtK gebilligt. [...] Es wird von vielen Experten des Auslands ehrlich bewundert und bestaunt, einerseits wegen seiner Breite, anderseits im Hinblick auf die Weitsicht, mit der es formuliert ist.«[257] Um den umfassenden Charakter der vom *2. Atomprogramm* behandelten Themen deutlich zu machen, dokumentieren wir im Anhang die Kapitelüberschriften.[258]

Den von den Autoren formulierten Absichten zufolge sollte das *2. Atomprogramm* – unter der zentralen Zielvorstellung »Erschließung der Kernenergie«[259] – einen Rahmen geben »für Art und Umfang der Förderung von naturwissenschaftlicher Forschung und technischer Entwicklung«[260] 1963-1967.

Das *2. AtP* unternahm den Versuch, die zurückliegende Entwicklungsphase von Kernforschung und Kerntechnik sowie den erreichten Stand von Wissenschaft und Industrie im internationalen Vergleich kritisch einzuschätzen und daraus Richtlinien für Beurteilung und Auswahl von FEI-Projekten abzuleiten. Die schon ab 1958 und verstärkt ab 1960 zutage getretenen Tendenzen – zunehmende Schwerpunktbildung in der Grundlagenforschung, zunehmendes relatives Gewicht von Entwicklungs- und Bauprogrammen innerhalb der Förderungsmaßnahmen zum Aufbau einer Atomwirtschaft – wurden durch das *2. AtP* bestätigt und forciert.

Hinsichtlich der Grundlagenforschung und – eng damit zusammenhängend – Ausbildung stellte das *2. AtP* fest, daß nach 1955 die Forschung auf dem Gebiet der Kernenergie in der BRD in »breiter Weise«[261] gefördert worden sei. Die Anstrengungen der letzten Jahre hätten dazu geführt, daß auf einer Anzahl von Gebieten wieder gute Arbeitsmöglichkeiten bestünden, daß ein wissenschaftlicher Nachwuchs habe herangebildet werden können, und daß ein Teil der Forschungsergebnisse wieder international beachtet werde. Es bestehe jedoch fast überall – historisch bedingt – noch ein großer Rückstand gegenüber dem Ausland. Für die Zukunft gelte es, nicht nur diesen Rückstand aufzuholen, sondern außerdem mit den ständig wachsenden Anstrengungen auf dem Gebiet der Grundlagenforschung in anderen Ländern Schritt zu halten.[262] Das in unmittelbarer Zukunft Erreichbare werde beschränkt durch das Potential an Einrichtungen und Fachkräften, wobei für die Erweiterung der Forschung die Universitäten und die vorhandenen wissenschaftlichen Sonderinstitute bei weiterer intensiver Förderung eine ausreichende Basis ergäben, zumal eine Reihe von Kernforschungszentren im Aufbau sei. »Angesichts der Notwendigkeit einer verstärkten Grundlagenforschung sollten diese Möglichkeiten voll ausgenützt und nicht durch eine ungenügende finanzielle Förderung beschränkt werden.«[263] Die Gewinnung der im Zusammenhang mit der Atomforschung und der Einführung der Kernenergie notwendigen Fachkräfte – Naturwissenschaftler, Ingenieure, Fachschulingenieure, technische Hilfskräfte, Strahlenschutz- und Reaktortechniker – sei in den vergangenen Jahren eines der »dringendsten Anliegen« bei der Förderung

des BMAt gewesen, und es seien dabei wichtige Erfolge erzielt worden. Die Fortführung aller dieser Maßnahmen sei besonders wichtig; es sollte vor allem Wert auf eine vermehrte Ausbildung von Fachschulingenieuren gelegt werden, an denen es in der Technik eindeutig mangelte.[264] Hinsichtlich des technisch-industriellen Potentials erscheine – verglichen mit der Forschung – die Situation ungünstiger.[265] Durch die in den vergangenen Jahren erzielten Erfolge bestehe zwar die Möglichkeit, »in nennenswertem Umfang in die technische Entwicklung einzutreten«.[266] Doch habe sich »die in der vergangenen Zeit vorherrschende Auffassung, daß jede technische Auswertung auf diesem Gebiet vor allem aus der freien Initiative der Wirtschaft kommen müsse, als nicht tragfähig erwiesen, da die Industrie die im Bereich der Kernenergie zwangsläufig sehr hohen Leistungen [...] aus eigener Kraft nicht zu erbringen vermochte«.[267] Auch die Erfahrung in anderen Ländern zeige, »daß die Initiative einer freien Wirtschaft nicht hinreicht«.[268] Weiter bestehe – bei privatwirtschaftlich gesteuerter Entwicklung – »die Gefahr, daß die Gesamtentwicklung des Reaktorbaus zu sehr nach den gegenwärtigen wirtschaftlichen Gesichtspunkten des Abnehmerkreises ausgerichtet wird zu Ungunsten einer auf lange Sicht notwendigen Entwicklung«.[269] Während die offizielle Ideologie in der BRD stets die überlegene Leistungskraft einer privatkapitalistischen »freien« Wirtschaft rühmt, wird also von sachverständiger und gewiß unverdächtiger Seite sehr nüchtern gesehen, daß eine privatkapitalistisch organisierte Wirtschaft unfähig ist, eine nicht unmittelbar marktgängige Technologie – wie die Kernenergietechnik – selbst zur industriellen Reife zu entwickeln. Vielmehr bedarf es dazu der Hilfe des Staates:

»Es ist demnach Aufgabe der öffentlichen Hand, durch eine sehr viel weitergehende Förderung, als sie bisher vorgesehen war, dafür Sorge zu tragen, daß bauwürdige Reaktorprojekte aus der Entwicklung deutscher Firmen realisiert werden und ebenso die notwendigen ergänzenden industriellen Anlagen. Bei Prototyp-Reaktoren und Zusatzanlagen kann es notwendig sein, daß, ähnlich wie in anderen Ländern, die Investitionskosten voll durch die öffentliche Hand übernommen und daß auch bei ihrem Betrieb privatwirtschaftliche Unterneh-

men nur in einem zumutbaren Umfang herangezogen werden.«[270] Es müsse »mit äußerstem Nachdruck angestrebt werden, so bald nur irgend möglich, den Bau von Reaktoren eigener Entwicklung im Auftrag der deutschen Elektrizitätswirtschaft zu beginnen, auch wenn dafür außergewöhnliche Schritte erforderlich sind. Notfalls wäre der Bau im Auftrag der öffentlichen Hand ins Auge zu fassen«.[271]

Hinsichtlich der aufzuwendenden Finanzmittel forderte das *2. AtP* eine erhebliche Steigerung in den nächsten 5 Jahren.[272] Obwohl in Zukunft der Bereich technischer Entwicklungen und ganz besonders die Gewinnung von Bau- und Betriebserfahrungen (Nah- und Fernprogramm der Reaktorentwicklung, Bauprogramme, flankierende Maßnahmen) entscheidend wichtig würden, müßten auch die Mittel für die Grundlagenforschung erheblich erhöht werden, wenn diese eine den Ländern mit vergleichbarem Wirtschaftspotential entsprechenden Stand erreichen solle. Es wurde eine jährliche Zuwachsrate von 20% vorgesehen, entsprechend Gesamtaufwendungen für die Grundlagenforschung 1963-1967 von 1,1-1,2 Mrd. DM. Diese Mittel seien überwiegend für Förderung und Ausbau bestehender Institutionen zu verwenden. Die angewandte Forschung erfordere etwa 30-40% der Mittel für Grundlagenforschung, die schwerpunktmäßig in die Forschungszentren zu investieren seien. Der Bereich »Entwicklung, Bau und Betrieb von Anlagen« werde gegenüber der Vergangenheit deutlich an Bedeutung gewinnen und mit 1,0-1,1 Mrd. DM zu fördern sein. Träger dieses Bereichs sollten vor allem industrielle Unternehmungen sein.

Damit ergab sich für die veranschlagten Gesamtaufwendungen[273]

1. Grundlagenforschung	1,1-1,2 Mrd. DM
2. Angewandte Forschung; 30-40% von (1)	0,4-0,5 Mrd. DM
3. Entwicklung, Bau, Betrieb	1,0-1,1 Mrd. DM
Gesamt	2,5-2,8 Mrd. DM

Die im *2. Atomprogramm* formulierte Reaktorentwicklungsstrategie[274] knüpfte ausdrücklich an die US-amerikanischen Erfahrungen an, wie sie vor allem in dem im November 1962 von der USAEC[275] für den US-Präsidenten erstellten

Bericht *Civilian Nuclear Power* enthalten sind. Es wurde – unter weitgehender Detaillierung technischer und ökonomischer Gesichtspunkte – ein »Nahprogramm«[276] formuliert, welches einerseits eine »Aufnahme und Weiterführung von im Ausland erprobten Baulinien durch die deutsche Industrie« (insbesondere Leichtwasserreaktoren), andererseits die Entwicklung neuartiger, aber bereits in kürzerer Frist wirtschaftlich konkurrenzfähiger Reaktoren vorsah (z. B. Hochtemperaturreaktoren). Dieses »Nahprogramm« wurde ergänzt durch Programme zur Entwicklung aller zum Kernkraftwerksbau und -betrieb erforderlichen Hilfstechniken und -dienste (insbesondere Brennstoffkreislauf und Strahlenschutz). Ein »Fernprogramm«[277] forderte die verstärkte Entwicklung von – nur langfristig zu verwirklichenden – Brutreaktoren.

II.6.1 Verwirklichung

Die im *2. AtP* geforderten ehrgeizigen Förderungsmaßnahmen konnten qualitativ (Aufteilung auf die verschiedenen Bereiche) weitgehend verwirklicht und quantitativ sogar übertroffen werden[278], obwohl während der Laufzeit des *2. AtP* die westdeutsche Wirtschaft – im Jahre 1966/67 – ihre erste größere Rezession in der Nachkriegszeit erlebte. Dies ergibt sich aus Anhang 12, wo die staatlichen Aufwendungen (Bund und Länder) während der Anlaufphase und des *1. Atomprogramms* (1956-1962) denen während des *2. Atomprogramms* gegenübergestellt sind. Am stärksten wurden die Mittel für außerhalb der Kernforschungszentren – also in der Industrie! – betriebene Reaktorentwicklung gesteigert, nämlich auf mehr als das Fünffache. Die Mittel für Forschungszentren, die vor allem Entwicklung (Versuchsanlagen) und angewandte Forschung, aber auch Grundlagenforschung (vor allem mit Großgeräten) betreiben, wurden verdreifacht.[279] Demgegenüber wurden die Aufwendungen für Grundlagenforschung außerhalb der Zentren (also vor allem an Hochschulen) nur um 70% gesteigert. Die Beiträge an internationale Organisationen sind ebenfalls stark angestiegen, nämlich fast auf das Dreifache. Von diesen Mitteln entfiel der Löwenanteil – 75% – auf EURATOM welches im

wesentlichen angewandte Forschung und Entwicklung betreibt. Die unter »Sonstiges« enthaltenen Ausbildungsausgaben sind demgegenüber sogar gefallen.

Die Verwirklichung der im *2. AtP* angestrebten Prioritäten wird noch deutlicher, wenn man einige größere Ausgabeposten im Etat des BMwF über einige Jahre hinweg verfolgt. Laut Anhang 14 sind von 1963 bis 1967 die Ausgaben für Aus- und Weiterbildung stark rückläufig, die für Grundlagenforschung außerhalb von Zentren schwächer rückläufig. Die Aufwendungen für DESY und das KFZ Karlsruhe wurden erheblich gesteigert (das KFZK erhielt noch zusätzliche Mittel von EURATOM für das Schnellbrüterprojekt, die in Anhang 14 nicht enthalten sind). Die stärksten Zunahmen gibt es bei Entwicklung und Bau von Reaktoren außerhalb von Zentren, nämlich auf mehr als das Sechsfache.

Die Prioritätenänderungen während des *2. AtP* gegenüber der Zeit des *1. AtP* schlugen sich auch in organisatorischen Änderungen in der DAtK nieder, die »auf Initiative von Bundesminister Dr. Stoltenberg«[280] im März 1966 durchgeführt wurden. Vor dieser Reorganisation waren den fünf Fachkommissionen der DAtK insgesamt 16 Arbeitskreise zugeordnet, davon 5 der FK II »Forschung und Nachwuchs« und nur 3 der FK III »Technisch-wirtschaftliche Fragen bei Reaktoren«. Weitere 2 Arbeitskreise unterstanden je zur Hälfte den Fachkommissionen II und III bzw. III und IV (»Strahlenschutz«). Die Reorganisation beließ die fünf Fachkommissionen. FK II wurde in »Kernforschung«, FK III in »Kerntechnik« umfirmiert. Es blieben nur noch 12 Arbeitskreise übrig, von denen aber nunmehr allein 7 der FK III unterstanden, in der die wesentlichen Fragen betreffend Entwicklung, Bau und Betrieb von Reaktoren und Kernkraftwerken behandelt und entschieden wurden. Der frühere AK II/2 »Nachwuchs« wurde ersatzlos gestrichen; seine Mission war offenbar erfüllt.

Die in Anlehnung an die USA konzipierte und im *2. AtP* niedergelegte Reaktorentwicklungsstrategie erwies sich als realistisch und erfolgreich. Bereits Ende 1963 wurde in den USA erstmals unter rein kommerziellen Bedingungen ein Siedewasserreaktor bei General Electric bestellt (Oyster Creek). Diese Baulinie wurde in der BRD – in Zusammenar-

beit mit General Electric – von AEG-Telefunken entwickelt. Eine verwandte, als »Druckwasserreaktor« bezeichnete Baulinie wurde in den USA von Westinghouse, in der BRD von Siemens verfolgt. Die auch in der BRD sich abzeichnende Wirtschaftlichkeit dieser Reaktortypen führte zu verstärkten Entwicklungsanstrengungen, zum Bau mehrerer großer Demonstrationskernkraftwerke und zu vermehrter Zusammenarbeit und Konzentration in der westdeutschen Atomwirtschaft.[281]

Die 3. Internationale Konferenz zur friedlichen Verwendung der Atomenergie im Herbst 1964 in Genf stand ganz unter dem Eindruck des in den USA erfolgten Durchbruches der Kernenergie zur Wirtschaftlichkeit.[282/283] Im Anschluß an diese Konferenz kam die FK III »Technisch-wirtschaftliche Fragen bei Reaktoren« unter Vorsitz von Winnacker zu der Auffassung, »daß die DAtK und das BMwF mit dem (2.; K. P.) Atomprogramm und seiner Verwirklichung grundsätzlich die richtige Linie verfolgen«.[284] In einem 1965 geschriebenen Artikel resümierte Winnacker die bisherigen Erfahrungen mit dem *2. Atomprogramm:* »Da sich dieses Programm in den beiden letzten Jahren durchaus bewährt hat, sollten wir es auch weiterhin zum strengen Maßstab und zur Richtlinie unserer Bestrebungen auf dem gesamten Kernenergiegebiet machen.«[285] Bereits 1967 – 5 Jahre früher als noch im *2. AtP* erwartet[286] – konnten westdeutsche Firmen (AEG-Telefunken und Siemens) Kernkraftwerke anbieten, deren Stromerzeugungskosten mit denen bei konventionellen Kraftwerken konkurrenzfähig waren. Trotzdem blieben Bauaufträge der Elektrizitätswirtschaft zunächst aus. Diese bestellte weiterhin Kohlekraftwerke, die aufgrund staatlicher Kohlesubventionen profitabler arbeiten konnten (»politischer« Preisvorteil!).[287] Die Atomwirtschaft setzte – nach Vorbereitung durch das DAtF – durch Intervention im Bundestag im Juni 1967 durch, daß sie vergleichbare Subventionen erhielt.[288] Darauf erfolgten dann auch prompt die beiden ersten Bauaufträge privater Elektrizitätsversorgungsunternehmen an AEG-Telefunken (Kernkraftwerk Würgassen) und Siemens (Kernkraftwerk Stade)[289], die den Innovationsprozeß »Übergang zu kerntechnischer Energieerzeugung« konsolidierten und vorantrieben.

II.6.2 Grundlagenforschung im 2. Atomprogramm

Die allgemeine Ausgangslage für die Förderung der Grundlagenforschung im *2. Atomprogramm* war dadurch gekennzeichnet, daß aufgrund des – durch die vorherige umfassende Förderung bedingten – gewachsenen Umfangs der westdeutschen nuclear physics community auch eine sehr starke Erhöhung der staatlichen Fördermittel nicht ausgereicht hätte, alle Wünsche der Forschung zu befriedigen. In einer von den *Physikalischen Blättern* 1965 veranstalteten Umfrage hatten sich 95% der Teilnehmer für eine stärkere staatliche Förderung der Grundlagenforschung ausgesprochen; vielfach wurde die bevorzugte Stellung der Kernforschung kritisiert[290], die ihrerseits aber weit hinter den Wünschen der Kernphysiker zurückblieb. Eine gezielte Orientierung auf Schwerpunkte war daher unvermeidlich. Ministerialrat H. Trabandt, Leiter des Referats II 1 »Grundsatzfragen der allgemeinen Wissenschaftsförderung« des BMwF, stellte hierzu fest: » [...] statt in großem Umfang kleinere Zuschüsse zu geben, wird es nötig sein, in wenigen Fällen erhebliche Beträge zur Verfügung zu stellen.«[291] Damit stellte sich das Problem, wer die Schwerpunkte der Grundlagenforschung festlegen sollte und nach welchen Kriterien dies zu geschehen hatte.

II.6.2.1 Konzeption

Das *2. AtP* entschied für eine »phänomenorientierte« Steuerung. »Es ist [...] bei der Grundlagenforschung nicht möglich, ein Programm im Hinblick auf die Ergebnisse aufzustellen; wohl aber kann man im Rahmen der Förderung der Kernenergie in dem Gesamtgebiet der Wissenschaft solche Teilgebiete auswählen, deren gezielte Förderung einen Nutzen für die Anwendung verspricht.«[292] Als wichtigstes Teilgebiet wurde die Kernphysik genannt: »Die Kernphysik als erste Grundlage der Kerntechnik gehört in ihrem ganzen Umfang zu der gezielt zu fördernden Grundlagenforschung.«[293] Weitere wichtige Disziplinen seien Chemie, insbesondere Kern-, Radio- und Strahlenchemie, sowie Sondergebiete in Medizin und Biologie.[294]

Innerhalb der einzelnen als förderungswürdig erklärten Disziplinen sollte – so das *2. AtP* – die Entwicklung weitgehend durch einen wissenschaftlichen Selbststeuerungsmechanismus gelenkt werden, da dies die besten Erfolgsaussichten biete. »Für den Erfolg entscheidend ist die Initiative der einzelnen Wissenschaftler. Die Auswahl der zu bearbeitenden Gebiete wird von dieser Initiative maßgebend mitbestimmt werden.«[295] Im übrigen habe sich die bisherige Bearbeitung von Förderungsanträgen und Koordinierung von Forschungsvorhaben in den Arbeitskreisen der DAtK sehr bewährt und solle fortgesetzt werden.[296] Für die schwerpunktmäßige Förderung der Kernphysik formulierte das *2. AtP* Richtlinien, die auf entsprechende Beschlüsse des AK II/3 »Kernphysik« zurückgingen, also eine wissenschaftliche Selbststeuerung darstellten. Hinsichtlich der Beschleunigerpolitik waren die im AK II/3 »Kernphysik« der DAtK vertretenen Kernphysiker der Ansicht, daß – gemessen am Potential der BRD und an ausländischen Standards – es genug »konventionelle« Beschleuniger gebe; daß es also unter Gesichtspunkten wissenschaftlichen Fortschritts und optimaler Ausbildungsbedingungen für junge Physiker sinnvoll sei, weitere Investitionen in kernphysikalische Großgeräte in der BRD in originelle Beschleuniger – mit entsprechend originellen Experimentiermöglichkeiten – zu stecken.[297] Dementsprechend formulierten sie im *2. AtP*: »Der Bedarf an Beschleunigern mittlerer Energie ist zu einem guten Teil befriedigt.«[298] Dagegen sei eine »verstärkte Förderung«[299] der Entwicklung von »Beschleunigern für stark ionisierende Strahlen«[300] (= Schwerionenbeschleuniger!) »wünschenswert sowohl im Hinblick auf den Vorteil, der für die Forschung entstehen würde, als auch auf die Bedeutung, die technische Spitzenleistungen für die beteiligten Firmen haben«.[301] Bisher gebe es nur eine deutsche Entwicklung eines Zyklotrons.[302] (Dabei handelte es sich um die Aktivitäten der AEG.) Die Empfehlung zur Entwicklung von Schwerionenbeschleunigern war orientiert am fortgeschrittensten »Weltstandard« hinsichtlich apparativer Entwicklungen und Forschungsprogramme in der Kernphysik. »Für allgemeine Forschungsreaktoren scheint in den nächsten Jahren kein Bedarf zu bestehen. Allerdings besteht ein Interesse an Arbeiten mit besonders hohen Neutronenflüssen. Hier

wäre die Verwirklichung des im Rahmen der OECD erörterten Höchstflußreaktors von großem Nutzen.«[303] »Für die grundlegenden Erkenntnisse in der Kernphysik steht die Hochenergiephysik im Vordergrund. Außer der Teilnahme an [...] CERN [...] steht das deutsche Projekt DESY an erster Stelle [...].«[304]

Als weitere wichtige Arbeitsgebiete nannte das *2. AtP* die Kerndatengewinnung, die nukleare Meßtechnik, Neutronenphysik sowie Fusions- und Plasmaphysik.[305] Bei diesen Gebieten sei eine »Fortführung der Förderung an den vorhandenen Forschungseinrichtungen mit einer allgemeinen Zuwachsrate«[306] notwendig. Außerdem müsse die Festkörperphysik verstärkt gefördert werden, in der die BRD einen »großen Rückstand«[307] aufweise; dieser Bereich werde auch hinsichtlich der Probleme der Kernenergie immer wichtiger (Strahlungsschäden in Reaktorbaustoffen!). Nachdrücklich zu fördern sei – als wichtiges Hilfsmittel der Festkörperphysik – die Tieftemperaturphysik.[308] Schließlich sollten in anderen Gebieten der Physik Spezialaufgaben gefördert werden, wenn daraus Beiträge zur Kernenergie-Nutzung zu erwarten seien.[309]

Daß – auch im Bereich der Grundlagenforschung – das *2. AtP* quantitativ verwirklicht werden konnte, wurde bereits in Kapitel 6.1 festgestellt. Wir gehen im folgenden auf einige qualitative Aspekte der Grundlagenforschungspolitik unterm *2. AtP* ein, insbesondere auf die Beschleunigerpolitik.[310]

II.6.2.2 Beschleunigerpolitik

Im Anschluß an die Verabschiedung des *2. AtP* (Mai 1963) führte im Auftrag des AK II/3 »Kernphysik« der DAtK dessen Beschleunigerausschuß eine Umfrage unter den deutschen Kernphysikern durch. Diese diente einer Bestandsaufnahme über die vorhandenen Geräte; gleichzeitig sollten die Kernphysiker ihre Pläne und Interessen anmelden. Die Umfrage ergab, daß auf dem Gebiet der Niederenergie-Kernphysik die Forschung in der BRD »noch keineswegs internationales Niveau erreicht«[311] hatte. Es waren »fünfzehn Beschleuniger im Einsatz [...], wovon fünf veraltet sind. Ferner sind sieben neue Projekte bewilligt und zehn Pläne in der Diskussion«.[312] (Siehe dazu Anhang 16.)

Der Beschleunigerausschuß machte die Ergebnisse der Umfrage und die daraus unter den allgemeinen Prioritäten von ihm abgeleiteten Empfehlungen der westdeutschen nuclear physics community im Jahre 1965 zugänglich in einem vom AK II/3 verabschiedeten *Memorandum zur Errichtung weiterer Niederenergie – Beschleuniger in der BRD.* »Bei seinen Empfehlungen ist er dabei besonders davon ausgegangen, daß alle diejenigen Universitätsinstitute, welche kernphysikalisch arbeiten, auch moderne Geräte zur Verfügung haben müssen, damit die Studenten an hervorragenden Geräten sowie an modernen und aktuellen Problemen ausgebildet werden.«[313] Das Memorandum des AK II/3 präzisierte und konkretisierte die mit dem *2. AtP* eingeleitete Neuorientierung der Beschleunigerpolitik. Insbesondere nahm es sehr positiv Stellung zu verschiedenen Schwerionenbeschleuniger-Entwicklungen und empfahl hier eine kräftige Förderung. Diese Richtlinie wurde verwirklicht; das Ziel – die Entwicklung eines universellen Schwerionenbeschleunigers bis zur Baureife – konnte noch während des *2. AtP*, nämlich 1967, erreicht werden.[314]

Während des *2. AtP* wurden 3 auch bzw. insbesondere für Schwerionen brauchbare Tandembeschleuniger bei der HVEC in USA »von der Stange« gekauft. (Siehe Anhang 16). Das fortgeschrittenste dieser Geräte war ein MP-Tandem für 20 MeV (Protonen-)Maximalenergie, dessen Beschaffung im Februar 1964 vom Direktor des Heidelberger Max-Planck-Instituts für Kernphysik, Prof. Gentner, bei Bundesforschungsminister Lenz beantragt worden war.[315] In der wissenschaftlichen Begründung für den Antrag hob Prof. Gentner vor allem die Möglichkeit zu bisher unerreichbaren Präzisionsmessungen und die große Flexibilität bei der Beschleunigung verschiedener Ionen hervor. Damit würden sich insbesondere im noch wenig bearbeiteten Gebiet der Schwerionen-Kernphysik viele Möglichkeiten ergeben. Die beantragten Mittel (13 Mio. DM für Beschleuniger mit Zusatzgeräten; 5,3 Mio. DM für Bauten und Montage) wurden schnell bewilligt. Bereits Ende 1965 konnte mit der Montage des MP-Tandem in Heidelberg begonnen werden; er wurde als viertes Gerät dieses Typs im Frühsommer 1967 in Betrieb genommen.[316] (Der erste MP-Tandembeschleuniger überhaupt war 1965 in

Yale (USA) in Betrieb gesetzt worden; 1966 folgten zwei weitere MP-Tandems an US-amerikanischen Universitäten.)

Die Aktivitäten der AEG auf dem Gebiet der Isochronzyklotrone wurden durch mehrere Entwicklungs- und Bauaufträge gefördert. Im März 1964 erhielt die AEG einen Auftrag von der KFA Jülich zum Bau eines energievariablen Isochron-Zyklotrons für 45-90 MeV.[317] Im Sept. 1965 wurde die AEG beauftragt, »das im Institut für Strahlen- und Kernphysik der Universität Bonn betriebene Synchrozyklotron auf ein energievariables Isochron-Zyklotron für eine Deuteronenenergie von 14 bis 28 MeV umzubauen«.[318]

Die Verwirklichung der im 2. *AtP* und dem *Memorandum...* des AK II/3 von 1965 (p. 86) formulierten Richtlinien für die Beschleunigerpolitik in der Niederenergie-Kernphysik kam auch darin zum Ausdruck, daß mehrfach Anträge auf Beschaffung konventioneller Beschleuniger abschlägig beschieden wurden. So scheiterte ein 1964 vom Physikalischen Institut der Universität Freiburg an das BMwF gerichteter Antrag auf Bewilligung eines Tandembeschleunigers »von der Stange«. Den Freiburgern wurde vom AK II/3 »Kernphysik« empfohlen, sich der Entwicklung origineller Schwerionenbeschleuniger zuzuwenden. Dieser Empfehlung kamen sie nach, worauf sie – auf Beschluß des AK II/1 »Physik« – beachtliche Zuwendungen durch das BMwF erhielten.[319] Anfang 1967 lehnte der AK II/1 »Physik« einen Antrag des Physikalischen Institutes der Ruhr-Universität Bochum (Prof. Kamke) ab, der auf Beschaffung eines konventionellen Beschleunigers »von der Stange« für 4 Mio. DM gerichtet war.

II.6.2.3 Andere kernphysiknahe Disziplinen

In der experimentell und finanziell sehr aufwendigen Hochenergiephysik lagen die deutschen Physiker gegenüber ihren ausländischen Kollegen und Konkurrenten am Beginn des 2. *AtP* »am weitesten zurück«.[320] Die Aufwendungen für DESY – der einzigen in der BRD vorhandenen Einrichtung für »Frontforschung« in der Hochenergiephysik – wurden beträchtlich gesteigert[321], wenn auch keineswegs in dem von den interessierten Wissenschaftlern gewünschten Umfang.

Während des *2. AtP* stieg die Zahl der bei DESY Beschäftigten von knapp 350 auf 800.[322] Weiterhin konnte – wenn auch unter Schwierigkeiten und mit zeitlicher Streckung – ein umfangreiches Investitionsprogramm zum Ausbau des Beschleunigers und von Zusatzanlagen für Experimente verwirklicht werden.[323] Nach längerem Tauziehen zwischen Bund und Ländern über die Finanzierung von DESY wurde 1967 eine Übereinkunft erzielt, wonach Bund und Länder die Betriebskosten je zur Hälfte übernehmen. Weiterhin wurden Vorarbeiten von zwei Beschleuniger-Gruppen im KFZK gefördert, die auf die Entwicklung eines supraleitenden 7 GeV-Linearbeschleunigers und eines 40 GeV-Protonen-Synchrotrons abzielten. Auf Empfehlung des AK II/1 »Physik« wurden insbesondere die Arbeiten für die 40 GeV- Maschine zügig vorangetrieben, so daß am Ende des *2. AtP* ein baureifer Entwurf vorlag.[324] Hinsichtlich der Errichtung des 40 GeV-Beschleunigers wurden Verhandlungen mit Frankreich über eine Zusammenarbeit geführt.

An der Universität Bonn wurde ein 2,3 GeV-Elektronen-Synchrotron entwickelt und errichtet, welches 1967 in Betrieb ging.[325] Schließlich wurde die finanzielle Beteiligung und das wissenschaftliche Engagement der BRD bei CERN verstärkt.

Während der Anlaufphase und des *1. Atomprogramms* (1956-1962) waren neun Forschungsreaktoren beschafft worden.[326] Den Empfehlungen des *2. AtP* entsprechend wurden im *2. AtP* keine konventionellen Forschungsreaktoren für die Kernphysik mehr beschafft. Es wurden fünf neue Forschungsreaktoren in Betrieb genommen. Darunter befanden sich zwei konventionelle Typen; einer für die Krebsforschung und einer für Meßzwecke der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt in Braunschweig.[327]

Dagegen kamen am Rande der Genfer Atomkonferenz von 1964 die Forschungsminister der BRD (Lenz) und Frankreichs (Palewski) grundsätzlich überein, gemeinsam einen Höchstflußreaktor für die nukleare Festkörperforschung entwickeln und bauen zu lassen. Im Januar 1967 unterzeichneten die zuständigen Minister Stoltenberg und Peyrefitte den Vertrag zur Gründung des ILL (Institut Max von Laue – Paul Langevin) in Grenoble.[328] Der Höchstflußreaktor des ILL ging erst 1971 in Betrieb.[329]

In der Plasmaphysik wurden erhebliche Mittel aufgewendet. Hier hatten die deutschen Arbeiten im internationalen Vergleich bereits zu Beginn des *2. AtP* einen guten Stand erreicht; dieser konnte gehalten werden.[330] Insbesondere wurde das IPP (Institut für Plasmaphysik) in Garching stark ausgebaut; die Anzahl der Beschäftigten wurde während des *2. AtP* verdoppelt (von 1963: 473 auf 1968: 968).[331] Weiterhin wurden die plasmaphysikalischen Arbeiten in der KFA Jülich verstärkt.

In der Kern- und Strahlenchemie, in nuklearer Biologie und Medizin »wurden vor allem durch den Bau und Einrichtung größerer Institute in den Kernforschungsanlagen und Hochschulen sowie durch die Inbetriebnahme mehrerer Großstrahlenquellen die Grundlagen für weiterführende Arbeiten geschaffen. In diesem Zusammenhang ist die Einrichtung des Forschungszentrums in München-Neuherberg (es handelt sich um die GSF = Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH; K.P.), das vor allem der biologischen und medizinischen Strahlenforschung dient, von Bedeutung.«[332]

II.7 Das 3. Atomprogramm (1968-1972)

Wir beschränken uns im folgenden auf eine knappe Darstellung der Kernforschungspolitik unterm *3. AtP*, insbesondere auf Entstehung und Inhalt der entsprechenden Planungen.

II.7.1 Entstehung und Verabschiedung[333]

Die im *3. AtP* für die wesentlichen Schwerpunktbereiche der Kernforschung – Niederenergie-Kernphysik einschließlich Schwerionenforschung, Hoch- und Mittelenergiephysik, Plasmaphysik, Nukleare Festkörperforschung – entwickelten Konzeptionen und Programme wurden ab Anfang 1967 vom AK II/1 »Physik« (Vorsitz: Prof. Walcher) ausgearbeitet. Dies geschah auf der Grundlage von Übersichtsberichten über Stand und Tendenzen in den verschiedenen Bereichen, die, vor allem unter Berücksichtigung der internationalen Gegebenheiten in der nuclear physics community und der Wünsche der westdeutschen Kernphysiker, im Auftrag des AK II/1 von

verschiedenen jeweils einschlägig fachkompetenten Mitgliedern des AK II/1 erstellt wurden.

Auf der Grundlage der vom AK II/1 formulierten Konzeptionen und Schwerpunkte und unter Beachtung des durch die mittelfristige Finanzplanung der Bundesregierung fixierten Gesamtvolumens für die Kernforschungsförderung wurden von den zuständigen Fachreferaten des BMwF – insbesondere dem von Ministerialrat Dr. Prior geleiteten Referat III A 1 »Förderung der Grundlagenforschung, vor allem der Kernphysik, durch Bau und Ausstattung von Instituten« – erste Haushaltsansätze für die Periode von 1968 bis 1972 ausgearbeitet.[334] Der AK II/1 nahm von diesen Ansätzen zustimmend Kenntnis, woraufhin alle von ihm erarbeiteten Unterlagen an die DAtK weitergeleitet wurden. Nach Beratung und Koordinierung der verschiedenen Teilentwürfe innerhalb der DAtK wurde von dieser ein erster Entwurf des *3. AtP* am 14.11.67 verabschiedet. Dabei wurden alle wesentlichen Punkte der zur Kernforschung insbesondere vom AK II/1 »Physik«, daneben von den AKen II/2 »Chemie« und II/3 »Biologie und Medizin«, verabschiedeten Programme übernommen. Nach Beratung und Verabschiedung durch das »Wissenschaftskabinett« wurde das *3. AtP* durch Beschluß des Kabinetts vom 13.12.67 zu einem offiziellen Programm der Bundesregierung erhoben.[335] Die im *3. AtP* im Bereich der Kernforschung angesetzten Finanzmittel (Bund und Länder) sind in Anhang 13 (Spalte 2) zusammengestellt.

II.7.2 Kernforschung im 3. Atomprogramm

Das *3. AtP* ging von der Einschätzung aus, daß der in der Vergangenheit vorhandene »große Nachholbedarf auf allen Gebieten der Kernforschung«[336] weitgehend befriedigt sei: »Dank der Maßnahmen der ersten beiden Atomprogramme gelang es, in vielen Teilbereichen den Anschluß an den internationalen Forschungsstand wiederzugewinnen. Es gilt, diese Position zu halten und weiter auszubauen.«[337]

Dabei sei künftig »in verstärktem Maße eine Konzentration auf wenige Schwerpunktvorhaben oder Schwerpunktbereiche«[338] notwendig. Unter diesem Gesichtspunkt könne die

allgemeine Kernforschung an den Hochschulen nicht stärker als bisher unterstützt werden.

II.7.2.1 Konzeption

Die in der Kernforschung vom *3. AtP* gesetzten Schwerpunktbereiche sind in Anhang 13 angegeben; sie entsprechen den Empfehlungen der Arbeitskreise II/1, II/2 und II/3.

Im Bereich der Niederenergie-Kernphysik legte das *3. AtP* den Schwerpunkt auf die Errichtung eines avantgardistischen Schwerionenbeschleunigers.[339] Daneben sollten – zusätzlich zu 5 schon vorhandenen Geräten – 4 weitere Beschleuniger mit Maximalenergien von 20 bis einigen 100 MeV aufgebaut werden.[340] Weiterhin war vorgesehen, »die Voruntersuchungen zur Errichtung eines Zyklotrons für die Beschleunigung leichter Kerne auf Energien über 100 MeV abzuschließen, das hohe Teilchenströme erlauben würde«.[341] Schließlich sollten »theoretische und experimentelle Vorarbeiten für neue Beschleunigungsprinzipien unternommen«[342] und Maßnahmen zur Verbesserung von Meß- und Auswerteverfahren bei kernphysikalischen Experimenten (Halbleiterdetektoren, »on line«-Computer) eingeleitet werden.[343] Die Pläne im Bereich der Niederenergie-Kernphysik entsprachen genau den Wünschen des AK II/1; dennoch mußten die Haushaltsansätze gegenüber den ersten Entwürfen fast verdoppelt werden.[344]

Die Hochenergiephysik stand in der Prioritätenliste des *3. AtP* für die Kernforschung ganz obenan[345], da hier international »in den vergangenen Jahren große Fortschritte erzielt«[346] wurden und ein erheblicher Ausbau in der BRD geboten schien. Im Zentrum der Anstrengungen sollten der Ausbau von DESY (Errichtung von Speicherringen) und der Bau des im *2. AtP* entwickelten 40 GeV-Beschleunigers – wenn möglich mit ausländischer Beteiligung – stehen.[347] Weitere große Ausgabenposten sollten dem Betrieb und Ausbau von CERN und der Unterstützung der dort arbeitenden deutschen Gastgruppen dienen.[348] Im Gegensatz zu den vom AK II/1 ausgesprochenen Empfehlungen wurde im *3. AtP* eine deutsche Beteiligung am 300 GeV-Projekt von CERN noch nicht definitiv entschieden, sondern in der Schwebe gehalten.[349] Vermutlich geschah dies deswegen, um der deutschen Seite beim

Verhandeln um den Standort des 300 GeV-Beschleunigers eine stärkere Ausgangsposition zu geben.

In der Plasmaphysik wurde eine Förderung im schon während des *2. AtP* eingespielten Umfang vorgesehen.[350] Die Mittel sollten vor allem für das Garchinger IPP, daneben für den Ausbau plasmaphysikalisch arbeitender Hochschulinstitute verwendet werden.

Die gegenüber den ersten Ansätzen starke Erhöhung des Budgets für nukleare Festkörperforschung geht vor allem darauf zurück, daß das *3. AtP* hier auch die Mittel für Errichtung und Betrieb des Höchstflußreaktors am ILL in Grenoble ausweist.[351]

II.7.2.2 Verwirklichung

Während des *3. AtP* wurden in der Kernforschung ziemlich genau die veranschlagten Summen aufgewendet.[352] Dennoch konnten wegen erheblicher Kostensteigerungen einige der geplanten Projekte nicht verwirklicht werden. Wir gehen im folgenden nur auf einige Beschleuniger-nahe Aspekte der Kernforschungspolitik ein.

Am besten wurde das Plansoll – allerdings unter Verdoppelung der ursprünglich vorgesehenen Aufwendungen[353] – bei der Niederenergie-Kernphysik erfüllt. Hier hat die BRD »Erfolge aufzuweisen, aufgrund derer sie im internationalen Maßstab zu den führenden Ländern [...] gehört«.[354] Wie im *3. AtP* vorgesehen, wurden vier Beschleuniger im Energiebereich von 20-100 MeV neu in Betrieb genommen, nämlich die von der AEG gebauten Isochron-Zyklotrone an der Universität Bonn und in der KFA Jülich[355], ein von Philips (Niederlande) gebautes 30 MeV-Isochron-Zyklotron an der Universität Hamburg und ein MP-Tandem der HVEC an Universität und Technischer Hochschule München.[356] Als zentrale Schwerpunktmaßnahme im Bereich der Niederenergie-Kernphysik wurde am 17. 12. 69 vom Bund und vom Land Hessen die GSI als nationales Großforschungszentrum für die Schwerionenforschung gegründet. Sie begann mit der Errichtung eines universellen Schwerionenbeschleunigers, der für einige Jahre international konkurrenzlose Forschungsmöglichkeiten eröffnen wird.[357] Dagegen wurden die von der

AEG durchgeführten Voruntersuchungen für ein Isochron-Zyklotron mit über 100 MeV Endenergie abgebrochen, da die AEG ihre Abteilung für Beschleunigerentwicklung auflöste.[358]

In der Hochenergiephysik wurde der Ausbau von DESY planmäßig weiter vorangetrieben.[359] 1970 wurde mit dem Bau von Doppelspeicherringen (»DORIS«) begonnen, die eine experimentelle Untersuchung der Streuung von Elektronen und Positronen aneinander bei bisher unerreichten Energien (entsprechend 40 000 GeV) ermöglichen werden. DORIS wird für einige Jahre die leistungsfähigste Anlage ihrer Art auf der Welt sein; der seit Ende 1973 aufgenommene Probebetrieb verläuft erfolgreich.[360]

Die Mitgliedstaaten von CERN beschlossen 1971 den Bau eines Protonenbeschleunigers mit etwa 300 GeV Endenergie; die BRD nimmt anteilig an diesem Projekt teil.[361] Dagegen wurden die im *3. AtP* verfolgten Pläne zum Bau eines nationalen Protonenbeschleunigers von 40 GeV fallengelassen.[362]

In mehreren Forschungszentren (DESY, GSI, KFZK) und an Hochschulen (z. B. Heidelberg, Bonn und Frankfurt) wurden Entwicklungsarbeiten von Teilchenbeschleunigern in Zusammenarbeit mit der Industrie fortgesetzt. Dabei ging es einerseits um die Verbesserung der Strahlparameter (höhere Energien und Intensitäten, schwerere Massen, bessere Strahlqualität), andererseits um die Anwendung neuartiger Techniken (Supraleitung, Computersteuerung) und Funktionsprinzipien (Elektronenringbeschleuniger u. a.).[363/364]

1 B. Moldenhauer, *Atomwirtschaft in der BRD – Staatliche und industrielle Strategien*, Frankfurt 1974.

2 Zitiert nach W. Heisenberg, in: *VDEW* (Hrsg.), *Atomenergie – Wege zur friedlichen Anwendung*, Frankfurt 1956, p. 7; ders., *Der Teil und das Ganze*, München 1973, p. 187 f.

3 O. Hahn und F. Straßmann, *Naturwissenschaften* 27 (1939) 11, 89.

4 E. Bagge, K. Diebner, K. Jay, *Von der Uranspaltung bis Calder Hall*, Hamburg 1957, p. 17 f.

5 A.a.O., p. 18 ff.

6 R. Gerwin, *Atomenergie in Deutschland,* Düsseldorf und Wien 1964, p. 20 ff.

7 A.a.O., p. 24 ff.; R. Jungk, *Heller als tausend Sonnen,* Bern und Stuttgart 1963, p. 83-108; W. Heisenberg, *Der Teil und das Ganze,* München 1973, p. 211 ff.

8 Vgl. S. Groueff, *Projekt ohne Gnade,* Gütersloh 1968; E. Bagge et al., a.a.O., p. 32; W. Heisenberg, in: Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke e. V. (Hrsg.), *Atomenergie – Wege zur friedlichen Anwendung,* Frankfurt 1956.

9 E. Bagge et al., a.a.O., p. 29.

10 R. Jungk, a.a.O., p. 110.

11 Zur Geschichte des »Projekt Manhattan« vgl. S. Groueff, *Projekt ohne Gnade,* Gütersloh 1968; R. Jungk, *Heller als tausend Sonnen,* Bern und Stuttgart 1963.

12 Vgl. J. D. Bernal, *Die Wissenschaft in der Geschichte,* deutsch: Berlin 1961, p. 567 f.; R. Rhodes, *Los Alamos Revisited,* in: *Harper's Magazine,* March 1974, p. 57-64.

13 *Congressional Record* vol. 92, p. 9140.

14 *Atoms for Peace,* 8. 12. 53.

15 H. Orlans, *Contracting for Atoms,* Washington 1967, p. 112 (zitiert nach U. Rödel, *Forschungsprioritäten und technologische Entwicklung,* Frankfurt 1972, p. 159).

16 Rödel, a.a.O., p. 159.

17 G. K. W. Ford, in: *Epoche Atom und Automation,* Band III: *Die Kernenergie,* Frankfurt 1958.

18 U. Rödel, *Forschungsprioritäten und technologische Entwicklung,* Frankfurt 1972, p. 163.

19 E. Bagge, K. Diebner, K. Jay, *Von der Uranspaltung bis Calder Hall,* Hamburg 1957, p. 83, p. 90 f., p. 111 f., p. 115.

20 G. K. W. Ford, a.a.O.

21 Vgl. Süddeutsche Bank AG (Hrsg.), *Atom – Ein neuer Wirtschaftsfaktor,* o.O. 1956.

21a Der BRD waren bis 1955 durch Verbot der Siegermächte des 2. Weltkrieges alle Betätigungen auf dem Gebiet von Kernforschung und Kerntechnik untersagt (siehe p. 23 f.).

22 Vgl. E. Bagge et al., a.a.O., p. 148; Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke e. V. (Hrsg.), *Atomenergie – Wege zur friedlichen Anwendung,* Frankfurt 1956.

23 Vgl. Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke e. V. (Hrsg.), *Atomenergie – Wege zur friedlichen Anwendung,* Frankfurt 1956.

24 Peaceful Uses of Atomic Energy, United Nations 1956.

25 G. K. W. Ford, a.a.O.

26 Vgl. Schleswig-holsteinisches Innenministerium (Hrsg.), *Atom, Wirklichkeit – Segen – Gefahr,* Kiel 1960.

27 E. Bagge, K. Diebner, K. Jay, *Von der Uranspaltung bis Calder Hall,* Hamburg 1957, p. 83 ff.

28 Süddeutsche Bank AG (Hrsg.), *Atom – Ein neuer Wirtschaftsfaktor,* o. O. 1956.

29 A.a.O., p. 45 f.; E. Bagge et al., a.a.O., p. 145 f., p. 153 f. – Diese Planungen sollten sich als utopisch erweisen; die in Großbritannien verfolgte

Reaktorbaulinie (Natururan-Gas-Graphit) blieb bis heute unwirtschaftlich. – Vgl. K. Rudzinski, *Die englische Reaktormisere*, in: *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 16. 8. 72.

30 E. Bagge, K. Diebner, K. Jay, *Von der Uranspaltung bis Calder Hall*, Hamburg 1957, p. 41.

31 Gesetz Nr. 22 der Alliierten Hohen Kommission vom 2. 3. 50.

32 E. Bagge et al., a.a.O., p. 72; L. Brandt, in: *Atom – Reaktoren – Energie – Forschung in Deutschland*, Sprendlingen 1965, p. 17.

33 *Abschlußbericht des Deutschen Forschungsrates*, München 1953, p. 73 ff.

34 A.a.O., p. 151; *Physikalische Blätter* 20 (1964) 260 ff. Zu Entstehung, Aufbau und Tätigkeit von CERN vgl. R. Jungk, *Die große Maschine*, Bern und München 1966.

35 *Bericht der Deutschen Forschungsgemeinschaft*, Bad Godesberg 1953, p. 23.

36 Deren Mitglieder sind aufgeführt in Anhang 8, Spalte 1.

37 A.a.O., p. 55.

38 L. Brandt, *Forschen und Gestalten*, Köln und Opladen 1962.

39 L. Brandt, a.a.O.

40 L. Brandt, in: *Atom* usw., a.a.O., p. 17.

41 W. Heisenberg, in: Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke e. V. (Hrsg.), *Atomenergie – Wege zur friedlichen Anwendung*, Frankfurt 1956, p. 8.

42 R. Gerwin, *Atomenergie in Deutschland*, Düsseldorf und Wien 1964, p. 24 f.; Heisenberg, *Der Teil* usw., a.a.O., p. 256.

43 L. Brandt, a.a.O.

44 *Der Spiegel*, 23/1969, p. 160.

45 Moldenhauer, a.a.O.

46 FEI = Forschung, Entwicklung, Innovation.

47 Vgl. Claus Offe, *Spätkapitalismus – Versuch einer Begriffsbestimmung*, In: Ders., *Strukturprobleme des kapitalistischen Staates*, Frankfurt 1972, p. 7 ff.

48 Unter »industrieller Innovation« wird hier der Gesamtprozeß von Forschung, Entwicklung und Innovation im engen Sinne (Bau und Betrieb von Versuchsanlagen, einschließlich der Einführung neuer Produkte und Verfahren in die industrielle Praxis) verstanden. – Vgl. J. A. Allen, *Scientific Innovation and Industrial Prosperity*, Amsterdam, London, New York 1967, p. 7 ff.

49 Vgl. J. D. Bernal, *Die Wissenschaft* usw., a.a.O., p. 496 ff.

50 Im Jahre 1965 waren die öffentlichen Ausgaben für FEI in % des BSP in USA 3%; BRD 1,3%; entsprechend 15,4% bzw. 4,3% der jeweiligen öffentlichen Gesamtbudgets. – Vgl. Rödel, *Forschungsprioritäten* usw., a.a.O., p. 53; Weingart, *Die amerikanische* usw., a.a.O., p. 59; *Bundesforschungsberichte I-IV*.

51 In Deutschland entstehen um die Jahrhundertwende, also in der Periode des Übergangs zum Monopolkapitalismus, »erste Ansätze zu einer staatlichen Förderung industrieller Forschung und Entwicklung«. (J. Hirsch, *Wissenschaftlich-technischer* usw., a.a.O., p. 31) – Zur historischen Entwicklung des Staatsinterventionismus vgl. Hirsch, *Staatsapparat und Reproduktion des Kapitals*, a.a.O.

52 Vgl. Hirsch, *Staatsapparat und Reproduktion des Kapitals*, a.a.O.

53 Hirsch, in: Braunmühl et al., a.a.O., p. 249 f.

54 Einen eindrucksvollen Beleg für die Fülle und Vielfalt der zur Verwirklichung kerntechnischer Energieerzeugung erforderlichen Maßnahmen liefert das *2. Atomprogramm*, vgl. das in Anhang 19 abgedruckte Inhaltsverzeichnis.

55 Dies ist keine böswillige Unterstellung, sondern wird von den Monopolen selbst als Argument gebraucht, um staatliche Förderung zu erlangen; vgl. hierzu die entsprechenden Ausführungen zum *2. AtP*, p. 78.

56 J. Hirsch, *Wissenschaftlich-technischer Fortschritt und politisches System*, Frankfurt 1970; J. Hirsch und D. Wetzel, *Die Staatsverwaltung als Planungsbehörde wissenschaftlich-technischen Fortschritts*, Frankfurt 1970 (unveröffentlichter Projektentwurf); C. von Braunmühl, K. Funken, M. Cogoy, J. Hirsch, *Probleme einer materialistischen Staatstheorie*, Frankfurt 1973; J. Hirsch, *Staatsapparat und Reproduktion des Kapitals*, Frankfurt 1974.

57 A. M. Weinberg, *Probleme der Großforschung*, Frankfurt 1970, Kapitel I.

58 VDEW e. V. (Hrsg.), *Atomenergie – Wege zur friedlichen Anwendung*, Frankfurt 1956, p. 11 f.; K. H. Lindackers et al., *Kernenergie*, Hamburg 1972, Kapitel 7.

59 VDEW e. V. (Hrsg.), a.a.O., p. 14 f.; *Die Europäische Atomgemeinschaft, Schriftenreihe zum Handbuch für Europäische Wirtschaft* Heft 2, Baden-Baden und Frankfurt 1957, p. 7 ff.

60 K. H. Lindackers et al., a.a.O., p. 175.

61 AEG (Hrsg.), *AEG – 10 Jahre AEG-Kernenergieanlagen*, Berlin-Grunewald 1967, p. 13; Süddeutsche Bank (Hrsg.), *Atom – Ein neuer Wirtschaftsfaktor*, o. O. 1956, p. 46. – Ähnliche Wirkungen sind in vielen Staaten von der gegenwärtigen (1973/74)Ölkrise ausgegangen.

62 *TfAt* 1959, p. 71 ff.

63 B. Moldenhauer, a.a.O.

64 Süddeutsche Bank AG (Hrsg.), *Atom – Ein neuer Wirtschaftsfaktor*, o. O. 1956, p. 63 f.

65 Vgl. Th. Dehler, *Atomwirtschaft und Atomrecht*. In: Inst. f. Energierecht an der Universität Bonn (Hrsg.), *Atomrecht*, Düsseldorf 1961, p. 5 ff.

66 Siehe p. 37 ff.

67 Zu den mit staatlicher FEI-Politik verfolgten Zielen siehe H. Krauch, *Die organisierte Forschung*, Neuwied und Berlin 1970, insbesondere p. 176 ff.

68 R. Rilling, *Kriegsforschung und Vernichtungswissenschaft in der BRD*, Köln 1970, p. 214 ff.

69 Erklärung von Wissenschaftsminister H. Lenz (FDP) in der Tagesschau des Deutschen Fernsehens vom 4. 5. 63 aus Anlaß der Verabschiedung des *2. Atomprogramms;* zitiert nach: *Bulletin* ... Nr. 79 vom 7. 5. 63, p. 697. – Ähnliche Begründungen sind von Angehörigen der Staatsverwaltung bei verschiedenen Anlässen wiederholt vorgebracht worden.

70 F. J. Strauß, in: *Wehrkunde* 4/1959, p. 177 (zit. nach Rilling, a.a.O., p. 215).

71 Schleswig-holsteinisches Innenministerium (Hrsg.), *Atom, Wirklichkeit – Segen – Gefahr*, Kiel 1960, p. 91; *BGBl* 1955 II, p. 267.

72 Vgl. C. F. von Weizsäcker, *Die Verantwortung der Wissenschaft im Atomzeitalter*, Göttingen 1957, p. 20, p. 23; Hans Karl Rupp, *Außerparlamentarische Opposition in der Ära Adenauer*, Köln 1970, p. 36 f.

73 Bedeutender sowjetischer Physiker; zitiert nach: E. Larsen, *Erfindungen und kein Ende*, Frankfurt 1956, p. 132.

74 Über 2000 Hochschullehrer – etwa 30% der deutschen Hochschullehrer überhaupt – verließen Deutschland gezwungenermaßen oder freiweillig. – Vgl. G. Stoltenberg, *Rede vor dem Übersee-Club*, Hamburg, 16. 12. 66.

75 E. Bagge, K. Diebner, K. Jay, *Von der Uranspaltung bis Calder Hall*, Hamburg 1957, p. 9 f.; DFG (Hrsg.), *Stand und Rückstand der Forschung in Deutschland*, Wiesbaden 1964, p. 17 ff.; Ch. Weiner (ed.), *Exploring the History of Nuclear Physics*. In: *AIP Conference Proc.* No. 7, New York 1972, p. 59.

76 R. Jungk, *Heller als tausend Sonnen*, Bern und Stuttgart 1963, p. 89 ff.

77 Rupp, a.a.O., p. 69.

78 Die DPG hat unter den wissenschaftlichen Fachverbänden insofern eine Ausnahmestellung, als sie nicht nur die Förderung des Fachgebietes (hier der Physik) bezweckt, sondern ausdrücklich in ihrer Satzung ein Engagement für die gesellschaftliche Verantwortung der Wissenschaft formuliert. In § 2 heißt es dort: »Die Gesellschaft verpflichtet sich und ihre Mitglieder, für Freiheit, Wahrhaftigkeit und Würde in der Wissenschaft einzutreten und sich dessen bewußt zu sein, daß die in der Wissenschaft Tätigen für die Gestaltung des gesamten menschlichen Lebens in besonders hohem Maße mitverantwortlich sind.« (Zitiert nach: G. Böhme, *Über das Verhältnis des Wissenschaftlers zur Wissenschaftspolitik*. In: W. Pohrt (Hrsg.), *Wissenschaftspolitik* . . ., a.a.O., p. 179.)

79 Rupp, a.a.O., p. 36.

80 Rupp, a.a.O., p. 37.

81 Der Text dieser Erklärung ist abgedruckt in: C. F. von Weizsäcker, *Die Verantwortung der Wissenschaft im Atomzeitalter*, Göttingen 1957, p. 50 ff.; sowie in: Rupp, a.a.O., p. 74 f.; siehe hierzu auch Heisenberg, *Der Teil* usw., a.a.O., p. 256 ff.

82 Die Erklärung war unterzeichnet von den Professoren Bopp, Born, Fleischmann, Gerlach, Hahn, Haxel, Heisenberg, Kopfermann, v. Laue, Maier-Leibnitz, Mattauch, Paneth, Paul, Riezler, Straßmann, Walcher, von Weizsäkker, Wirtz.

83 Rupp, a.a.O., p. 77, insbesondere Ref. 378.

84 *Erklärung der Göttinger 18*.

85 L. Brandt, in: *Atom – Reaktoren – Energie – Forschung in Deutschland*, Sprendlingen 1965, p. 17; K. Winnacker, *Nie den Mut verlieren*, Düsseldorf, Wien 1971, p. 320.

86 J. Pretsch, in: VDEW e. V. (Hrsg.), *Atomenergie – Wege zur friedlichen Anwendung*, Frankfurt 1956, p. 149.

87 *Taschenbuch für Atomfragen* 1960/61, Bonn 1960, p. 241 ff.; Moldenhauer, a.a.O.

88 Südd. Bank, a.a.O., p. 58 ff.

89 Vgl. B. Moldenhauer, a.a.O.

90 L. Brandt, a.a.O., p. 17; Südd. Bank (Hrsg.), a.a.O., p. 59 ff.; R. Gerwin, *Atomenergie in Deutschland*, Düsseldorf – Wien 1964, p. 27; *Taschenbuch für Atomfragen* 1960/61, p. 71 ff.; *TfAt* 1964, p. 20 f.

91 R. Gerwin, a.a.O., p. 51; *TfAt* 1960/61, p. 72; BMBW (Hrsg.), *4. Atomprogramm* (Entwurf), Bonn 1972, Tabelle 2; vgl. auch Anhang 14.

92 J. Pretsch, in: VDEW, a.a.O., p. 140.

93 K. Winnacker, a.a.O., p. 314 (zit. nach Moldenhauer, a.a.O.).
94 *Bundestagsdrucksache* II/2874, p. 8.
95 *Bundestagsdrucksache* II/2874, p. 8.
96 A.a.O., – Das BMAt wurde 1962 zum BMwF ausgebaut; der Personalbestand erreichte 1969 461 Mitarbeiter. (Vgl. J. Sobotta, *Das BMwF,* a.a.O., p. 144.)
97 W. Cartellieri, in: *TfAt* 1960/61, p. 6.
98 W. Cartellieri, in: *TfAt* 1959, Kapitel 5.1.2.
99 Die Organisationspläne des BMAt von 1960 und des BMwF von 1967 finden sich in Anhang 1 und 2. – Zu der Ausweitung staatlicher FEI-Politik siehe auch oben.
100 *Bulletin* ... Nr. 242 vom 28. 12. 55.
101 Moldenhauer, a.a.O.
102 A.a.O.
103 Z. B. wurde dadurch die Entwicklung von DESY erheblich behindert, vgl. p. 88.
104 W. Heisenberg, in: *Physikalische Blätter* 1964, p. 156.
105 AEG (Hrsg.), *AEG – 10 Jahre AEG-Kernenergieanlagen,* Berlin-Grunewald 1967, p. 14.
106 R. Gerwin, *Atomenergie in Deutschland,* Düsseldorf-Wien 1964, p. 30. – Bei diesem Buch handelt es sich um einen in Zusammenarbeit mit dem Bundesministerium für wissenschaftliche Forschung herausgegebenen Bericht für die 3. Genfer Atomkonferenz von 1964.
107 AEG, a.a.O., p. 14.
108 *TfAt* 1959, a.a.O., p. 9.
109 *Bulletin* ... Nr. 242 vom 28. 12. 55, p. 2087; W. Hess (Geschäftsführer der DAtK), in: *TfAt* 1960/61, p. 9. Faktisch war die Rollenverteilung eher umgekehrt: Das BMAt beriet die DAtK bei deren Initiativen und Entscheidungen in der Atompolitik. – Vgl. dazu Kapitel II.6.
110 Vgl. *TfAt* 1964, p. 14.
111 Gerwin, a.a.O., p. 43.
112 Vgl. die Geschäftsordnung der DAtK, Anhang 6.
113 Siehe das Mitgliederverzeichnis der DAtK, Anhang 3.
114 Näheres hierzu siehe Kapitel V.2.1.
115 Vgl. die Geschäftsordnung der DAtK, Anhang 6.
116 Vgl. den *Organisationsplan* der DAtK, Anhang 4.
117 Die FK III firmierte 1966 in »Kerntechnik« um; sie war die Schaltzentrale für die industrienahen Teile der BRD-Atompolitik. In ihr war das Übergewicht der Wirtschaft besonders ausgeprägt (siehe Anhang 7); den Vorsitz der FK III hatte seit ihrer Gründung Karl Winnacker.
118 Einen Überblick über die Mitgliederstruktur von DAtK und Untergliederungen gibt Anhang 7.
119 Eine solche erfolgte 1966; siehe den *Organisationsplan* (Stand: 1968), Anhang 5.
120 Siehe das Mitgliedsverzeichnis von Präsidium und Verwaltungsrat des DAtF, Anhang 9.
121 *TfAt* 1960/61, p. 241 f.; *Hdbch. Atomw.* Fach B II 1, Seite 1 f.
122 *TfAt* 1964, p. 395; DAtF (Hrsg.), *Tätigkeitsbericht* 1973.
123 *Satzung* des DAtF in der Fassung vom 3. 2. 61, § 2 Ziff. 1.3, 1.4 und 1.6 (zitiert nach: *Hdbch. Atomw.* Fach B II 1, Seite 3).

124 Näheres siehe Kapitel II.4.3 ff.
125 Vgl. das Mitgliederverzeichnis, Anhang 8.
126 Siehe Kapitel II.4.3.
127 P. Weingart, *Die amerikanische Wissenschaftslobby,* Düsseldorf 1970, p. 90 ff.
128 So z. B. der Geschäftsführer der DAtK W. Hesse im *TfAt* 1960/61, Bonn 1960, p. 10.
129 J. Pretsch, in: VDEW, a.a.O., p. 150.
130 Deutscher Bundestag, 2. Wahlperiode 141. Sitzung, TOP 4 (Debatte über einen Atomgesetzentwurf der FDP-Fraktion).
131 J. Hirsch, *Wissenschaftlich-technischer* usw., a.a.O., p. 143.
132 OECD (Hrsg.), *Reviews of National Science Policy, United Kingdom – Germany,* Paris 1967, p. 76.
133 A.a.O.
134 Vgl. K. Rudzinski, *Forschungsdebatte ohne Konsequenzen – Das Parlament ist überfordert.* In: *Frankfurter Allgemeine Zeitung,* 29. 3. 74.
135 Wir beschränken uns hier auf die Tätigkeit des zentralen Lenkungsapparates; Tätigkeiten der Länder und der Stiftungen wie auch anderer wissenschaftslenkender Organisationen (DFG, MPG) bleiben außer Betracht.
136 1971 wurde die DAtK aufgelöst. – Vgl. *Jahrbuch der Atomwirtschaft* 1972, p. 61.
137 Siehe Kapitel 4.3.1.
138 Dies gilt insbesondere für Großforschungszentren wie DESY und GSI.
139 Vgl. hierzu die Vorgänge um die GSI-Standortentscheidung, Kapitel IV.5.3.
140 W. Walcher, Ch. Schmelzer, E. Schopper u. a., private Mitteilung. – Ein wichtiger Aspekt hinsichtlich der »vertrauensvollen« Zusammenarbeit dürfte gewesen sein, daß nach 1955 die Staatsverwaltung zunächst in großzügiger Weise Fördermittel für die nuclear physics community bereitstellen konnte, also – aufgrund der allgemeinen ökonomischen Prosperität – deren Interessen zu wahren vermochte. Seit Ende der 60er Jahre gibt es Indizien für eine gewisse Tendenzwende, sowohl bei Fördermitteln als auch hinsichtlich der vertrauensvollen Zusammenarbeit.
141 J. Sobotta, a.a.O., p. 185.
142 *Bericht der Deutschen Forschungsgemeinschaft* 1952, p. 23.
143 H. Eickemeyer (Hrsg.), *Abschlußbericht des Deutschen Forschungsrates,* München 1953, p. 151.
144 Zu den Mitgliedern des AK II/2 siehe Anhang.
145 Private Mitteilung.
146 Darunter insbesondere auch Großforschungszentren, wie z. B. DESY und GSI.
147 Siehe hierzu Kapitel V.1.1.
148 Ebenso auch die – sehr aufwendige – Entwicklung von Teilchenbeschleunigern, wie z. B. die UNILAC-Entwicklung; vgl. Kapitel IV.2.1.
149 Die innerhalb der (nuclear) physics community vorhandenen Wünsche und die Informationen über internationale Gegebenheiten und Trends innerhalb der Kernphysik und verwandter Gebiete waren in der DAtK durch einige wenige Spitzenvertreter der westdeutschen (Kern-) Physik repräsentiert. Vgl. hierzu Anhang 3.

150 Siehe p. 44 f.
151 Ministerialdirigent Dr. A. Hocker, in: *TfAt* 1959, a.a.O., p. 165 f.
152 J. Sobotta, a.a.O., p. 168 f. – Dies Referat ist aus dem Referat II A 1 der Anfangszeit des BMAt hervorgegangen; siehe p. 46.
153 Hocker, a.a.O., p. 161.
154 Prof. W. Walcher, private Mitteilung.
155 Vgl. p. 48.
156 Vgl. F. Naschold, W. Väth, *Politische Planungssysteme*, Opladen 1973, p. 12.
157 Dieselbe Steuerungstechnik wurde unter dem Begriff »Globalsteuerung« in der Krise von 1966/67 von Minister Schiller in der Wirtschaftspolitik angewendet. – Vgl. J. Huffschmid, *Die Politik des Kapitals*, Frankfurt 1969, p. 120 ff.
158 P. Weingart, a.a.O., p. 91 f.
159 Weingart, a.a.O., p. 92.
160 Klaus Bethge, *Entwicklungsrichtung der Kernphysik in naher Zukunft – Gedanken eines Physikers aus der Niederenergie-Kernphysik.* In: *Phys. Bl.* 24 (1968) 209 ff.
161 Weingart, a.a.O., p. 93.
162 Siehe Kapitel III.1. f.
163 Weingart, a.a.O., p. 134 f.
164 Vgl. P. Bulthaup, *Die Moral der Wissenschaft.* In: Ders., *Zur gesellschaftlichen Funktion der Naturwissenschaften*, Frankfurt 1973, p. 115 ff.
165 Zum Begriff des Paradigma vgl. S. 129 Anm. 10.
166 Vgl. hierzu Kapitel V.2.2.
167 DAtF (Hrsg.), *Kernkraftwerke in der BRD*, Bonn 1972.
168 Für klärende Diskussionen zu diesem Problem ist der Verfasser Herrn Prof. J. Scheer (Universität Bremen) zu Dank verpflichtet.
169 J. Scheer, *Physik-Kolloquium an der Universität Bremen* vom 27. 11. 73 (unveröffentlichtes Manuskript); E. Gaul, *Atomenergie oder Ein Weg aus der Krise?*, Reinbek 1974, p. 27 ff.
170 Scheer, a.a.O.; – andere Formen der Schädigung kommen hinzu.
171 Vgl. Ausstellung »Umwelt« der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft, Frankfurt; Gaul, a.a.O., p. 33 ff.
172 Scheer, a.a.O.
173 Zitiert nach: *Wirtschaft – Wissenschaft – Politik*, Heft 15/74, p. 3.
174 Vgl. *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 5. 4. 74.
175 Scheer, a.a.O.
175a Wir können in der vorliegenden Studie nicht näher auf die diffizilen und unter den Experten sehr umstrittenen Probleme der Sicherheit und Wirtschaftlichkeit kerntechnischer Energieerzeugung eingehen. Dem an einer kritischen Unterrichtung interessierten Leser empfehlen wir die Broschüre *Zum richtigen Verständnis der Kernindustrie* (hrsg. von einer Autorengruppe des Projekts »Schadstoffbelastung am Arbeitsplatz und in der Industrieregion Unterweser«, Universität Bremen, April 1974).
176 Siehe Anhang 21.
177 Vgl. die Entwicklung der Bundesausgaben für Wissenschaft insgesamt sowie Rüstungsforschung und Kernforschung/Kerntechnik, Anhang 11.
178 Siehe Kapitel 4.3.2.
179 Eine Darstellung der unmittelbarer auf Atomwirtschaft bezogenen

Bereiche der Atompolitik findet der interessierte Leser in: *Atomwirtschaft in der BRD – Staatliche und industrielle Strategien*, von B. Moldenhauer.

180 Sobotta, a.a.O., p. 34; Rödel, a.a.O., p. 10,51; U. Lohmar, *Wissenschaftsförderung und Politik-Beratung*, Bielefeld 1968, p. 11.

181 F. J. Strauß, in: *Bulletin* usw. Nr. 23 vom 9. 12. 55; Pretsch, in: VDEW, a.a.O., p. 143 f.; ders., in: *TfAt* 1959, p. 72.

182 *Bundesbericht Forschung* I, p. 53.

183 Näheres hierzu siehe Kapitel V.2.2.

184 Hirsch, *Wissenschaftlich-technischer* . . ., a.a.O., p. 131.

185 Pretsch, in: VDEW, a.a.O., p. 144.

186 *Bundesbericht Forschung* I, p. 53; H. Trabandt, in: *TfAt* 1964, a.a.O., p. 17 f.

187 *Bundesbericht Forschung* I, p. 53; siehe auch Pretsch, in: VDEW, a.a.O., p. 146.

188 *Bundestagsdrucksache* II/2874.

189 Gerwin, a.a.O., p. 26.

190 Siehe Anhang 16.

191 *TfAt* 1968, a.a.O., p. 106 f.

192 HVEC = High Voltage Engineering Corp., Burlington (Mass.), USA.

193 MPI Heidelberg (Hrsg.), *Jahresbericht* 1964, p. 3.

194 Vgl. *Jahresberichte des MPI Heidelberg*.

195 Siehe Kapitel II.4.3.

196 Siehe Kapitel IV.2 sowie Anhang 28.

197 Siehe im Zusammenhang mit 1. bzw. 2. Kapitel III.2.2. und III.3.2. sowie Kapitel IV.2.

198 L. Brandt, *Forschen und Gestalten*, a.a.O., p. 592 f.

199 AEG (Hrsg.), *10 Jahre* . . ., a.a.O., p. 41 f.

200 A.a.O., p. 43.

201 Näheres zur Entwicklung von Isochron-Zyklotronen durch die AEG siehe Kapitel IV.2.4.

202 Sobotta, a.a.O., p. 198 f.

203 W. Walcher, private Mitteilung.

204 *TfAt* 1960/61, a.a.O., p. 371.

205 Siehe Anhang 14.

206 *Bundeshaushaltsrechnungen* des Bundesfinanzministeriums, jährlich erscheinend.

207 W. Cartellieri, in: *Atom-Reaktoren* . . ., a.a.O., p. 14.

208 Vgl. Presse- und Informationsamt der Bundesregierung (Hrsg.), *Leistung und Erfolg 1961*, o. O., o. J., p. 155.

209 Vgl. Anhang 15.

210 W. Walcher, private Mitteilung.

211 Siehe p. 39 f.

212 R. Gerwin, a.a.O., p. 28.

213 A.a.O.

214 AEG (Hrsg.), *AEG* . . ., a.a.O., p. 14. – Vgl. auch *TfAt* 1959, Bonn 1959, p. 78 ff.; R. Gerwin, a.a.O., p. 31.

215 *TfAt* 1959, Bonn 1959, p. 80.

216 *Memorandum zu technischen, wirtschaftlichen und finanziellen Fragen eines Atomprogramms*, vom 9. 12. 57.

217 Pretsch, in: *TfAt* 1959, Bonn 1959, p. 71 ff.; *Hdbch. der Atomwirt-*

schaft, Fach G 11, p. 1 f.; *TfAt* 1960/61, Bonn 1960, p. 106 f.
218 *atw* Januar 1958, p. 2 (zit. nach Moldenhauer, a.a.O.).
219 Daher wurde das erste Atomprogramm auch häufig als »500MW-Programm« bezeichnet.
220 *TfAt* 1959, a.a.O., p. 94 ff.
221 R. Gerwin, a.a.O., p. 31; B. Moldenhauer, a.a.O.
222 R. Gerwin, a.a.O., p. 30.
223 Moldenhauer, a.a.O.
224 Siehe Anhang 14.
225 *Bulletin* des Presse- und Informationsamtes der Bundesregierung Nr. 50 vom 14. 3. 59.
226 *Satzung* des DAtF, abgedruckt in: *Hdbch. d. Atomw.*, Fach B II 1, p. 3 ff.
227 R. Gerwin, a.a.O., p. 32; Moldenhauer, a.a.O.
228 Pretsch, in: *Staat . . .*, a.a.O., p. 36.
229 Gerwin, a.a.O., p. 31 f.; Moldenhauer, a.a.O.; J. Sobotta, *Das Bundesministerium für wissenschaftliche Forschung*, Bonn 1969, p. 216. – Siehe Anhang 17.
230 J. Pretsch (Ministerialdirigent im BMAt, Leiter der Gruppe III A »Förderung der Forschung und technischen Entwicklung« des BMAt), in: J. Sobotta (Gesamtredaktion), *Staat, Wissenschaft und Wirtschaft als Partner*, Berlin–Wien 1967, p. 36.
231 Pretsch, a.a.O.
232 *TfAt* 1964, Bonn 1964, p. 94.
233 Vgl. Moldenhauer, a.a.O.
234 Gerwin, a.a.O., p. 33.
235 Aus: *TfAt* 1964, a.a.O., p. 94.
236 *TfAt* 1968, p. 152 ff.
237 Pretsch, a.a.O.
238 Pretsch, a.a.O.
239 Pretsch, a.a.O.
240 R. Gerwin, a.a.O., p. 32.
241 Ebda.; AEG, a.a.O., p. 15 f.
242 R. Gerwin, a.a.O., p. 33.
243 AEG, a.a.O., p. 17 f.
244 Gerwin, a.a.O., p. 34.
245 Diese Schlußfolgerung ergibt sich aus der regierungsoffiziösen Darstellung bei Gerwin, a.a.O. sowie p. 52 f.
246 *TfAt* 1964, a.a.O., p. 91.
247 AEG, a.a.O., p. 17 ff.; Gerwin, a.a.O., p. 35.
248 Gerwin, a.a.O.
249 *TfAt* 1964, a.a.O., p. 27 ff., 99; Gerwin, a.a.O., p. 54 ff.
250 *TfAt* 1964, p. 31.
251 *FAZ*, 10. 10. 73.
252 *TfAt* 1964, a.a.O., p. 31; Gerwin, a.a.O., p. 37 f.
253 *Umschau* 73 (1973) 67.
254 *TfAt* 1964, a.a.O., p. 47 ff.; Gerwin, a.a.O., p. 74 f.
255 Gerwin, a.a.O.
256 Siehe p. 40 f.
257 Gerwin, a.a.O., p. 35 f.

258 Anhang 19.
259 *2. Atomprogramm.* In: *TfAt* 1964, a.a.O., p. 164, 183. – Im folgenden zitieren wir aus dem *2. AtP* nach dieser Quelle.
260 *2. AtP*, a.a.O., p. 164.
261 *2. AtP*, a.a.O., p. 163.
262 *2. AtP*, a.a.O., p. 167.
263 *2. AtP*, a.a.O., p. 168.
264 *2. AtP*, a.a.O., p. 173.
265 *2. AtP*, a.a.O., p. 166.
266 *2. AtP*, a.a.O., p. 163.
267 *2. AtP*, a.a.O., p. 166.
268 *2. AtP*, a.a.O., p. 163.
269 *2. AtP*, a.a.O., p. 173.
270 *2. AtP*, a.a.O., p. 173.
271 *2. AtP*, a.a.O., p. 200.
272 *2. AtP*, a.a.O., p. 199 f.
273 *2. AtP*, a.a.O., p. 199 f.; BMwF (Hrsg.), *3. Deutsches Atomprogramm* (Vorabdruck), Bonn 1967, p. 50.
274 Näheres siehe B. Moldenhauer, a.a.O. – Richtlinien und Politik im Bereich der Grundlagenforschung werden im Kapitel 6.1 behandelt.
275 United States Atomic Energy Commission.
276 *2. AtP*, a.a.O., p. 184 ff., 197 f.
277 *2. AtP*, a.a.O., p. 187 f.
278 *3. AtP*, a.a.O., p. 49 f.
279 Vgl. *3. AtP*, a.a.O., p. 41 f.
280 Sobotta, a.a.O., p. 185.
281 J. Pretsch, in: *Staat* . . ., a.a.O., p. 37 f.
282 Pretsch, a.a.O.
283 Zum seinerzeitigen Stand der westdeutschen Reaktorentwicklungen vgl. *Phys. Bl.* 1964, p. 429 ff.
284 Winnacker, in: *Atom-Reaktoren* . . ., a.a.O., p. 28.
285 Winnacker, a.a.O., p. 23.
286 *2. AtP*, a.a.O., p. 183.
287 *Atompraxis 13* (1967), p. 423 f.
288 A.a.O.
289 *TfAt* 1968, a.a.O., p. 147.
290 *Phys. Bl.* (1968), p. 503; (1965), p. 573.
291 H. Trabandt, in: *TfAt* 1964, a.a.O., p. 19.
292 *2. AtP*, a.a.O., p. 167.
293 *2. AtP*, a.a.O., p. 175.
294 *2. AtP*, a.a.O., p. 177 ff.
295 *2. AtP*, a.a.O., p. 174.
296 *2. AtP*, a.a.O., p. 169.
297 W. Walcher (seinerzeit Vorsitzender des Beschleuniger-Ausschusses des AK II/3), private Mitteilung.
298 *2. AtP*, a.a.O., p. 175.
299 *2. AtP*, a.a.O., p. 196.
300 A.a.O.
301. *2. AtP*, a.a.O., p. 196 f.
302 *2. AtP*, a.a.O., p. 196.

303 *2. AtP*, a.a.O., p. 175.
304 *2. AtP*, a.a.O., p. 175.
305 *2. AtP*, a.a.O., p. 176.
306 A.a.O.
307 A.a.O.
308 A.a.O.
309 A.a.O.
310 Die im *2. Atomprogramm* angestrebte Schwerpunktbildung bei der Förderung der Grundlagenforschung fand ihren quantitativen Niederschlag darin, daß über 60% der vom BMwF an die Hochschulen für Kernforschung vergebenen Mittel an nur 8 Hochschulen flossen. – Vgl. J. Rembser, *Politische Aspekte der Forschungsförderung – dargestellt am Beispiel der Kernforschung und kerntechnischen Entwicklung*, unveröffentlichtes BMAt-Referat, gehalten auf der Diskussionstagung der Studienstiftung des Deutschen Volkes über »Politische und soziale Aspekte der Naturwissenschaften«, Burg Rothenfels, 2. – 7. 4. 67. – Rembser leitete als Oberregierungsrat das Referat III B 6 »Grundsatzfragen der Kernforschung und Kerntechnik; wissenschaftlich-technische Angelegenheiten der Kernforschungseinrichtungen«. Er hatte Ende der 50er Jahre am IAPF über Probleme des Wendelbeschleunigers promoviert und war anschließend zunächst bei der AEG tätig gewesen.
311 W. Walcher, in: *Atom-Reaktoren . . .*, a.a.O., p. 29.
312 A.a.O.
313 A.a.O.
314 Wir gehen an dieser Stelle nicht näher auf die Entwicklung von Schwerionenbeschleunigern ein; siehe dazu ausführlich Kapitel IV.2 f.
315 MPI für Kernphysik (Hrsg.), *Antrag auf Errichtung einer MP-Tandem Anlage der HVEC*, Heidelberg 1964 (unveröffentlichter Bericht).
316 MPI für Kernphysik (Hrsg.), *Jahresbericht 1967*, Heidelberg 1967 (unveröffentlicht).
317 AEG (Hrsg.), *AEG – 10 Jahre . . .*, a.a.O., p. 43.
318 A.a.O.
319 Eine detailliertere Darstellung der »Freiburger Studiengruppe« gibt Kapitel IV.2.3.
320 W. Walcher, in: *Atom-Reaktoren . . .*, a.a.O., p. 29.
321 Siehe Anhang 14.
322 Gerwin, a.a.O., p. 73; *TfAt* 1968, a.a.O., p. 69.
323 *TfAt* 1968, a.a.O., p. 68 f.; Walcher, a.a.O., p. 30; Sobotta, a.a.O., p. 198 f.
324 *3. AtP*, a.a.O., p. 14 f.
325 *3. AtP*, a.a.O., p. 7.
326 J. Sobotta (Gesamtredaktion), *Staat . . .*, a.a.O., p. 62 f. – Vgl. auch Anhang 16.
327 A.a.O.
328 Sobotta, *Das BMwF*, a.a.O., p. 111.
329 *4. AtP* (Entwurf), a.a.O., p. 124.
330 Walcher, in: *Atom-Reaktoren . . .*, a.a.O., p. 30; *3. AtP*, a.a.O., p. 16.
331 *TfAt* 1968, a.a.O., p. 63.
332 *3. AtP*, a.a.O., p. 7.
333 Vgl. Sitzungsunterlagen verschiedener Arbeitskreise der DAtK von 1967 (unveröffentlicht, vertraulich).

334 Siehe Anhang 13, Spalte 1.
335 *Atompraxis 14* (1968), p. 80.
336 *3. AtP*, a.a.O., p. 3.
337 *3. AtP*, a.a.O., p. 10. – Siehe hierzu auch Kapitel 6.1 f.
338 *3. AtP*, a.a.O., p. 3.
339 *3. AtP*, a.a.O., p. 12. Siehe hierzu ausführlich Teil IV.
340 A.a.O.
341 A.a.O.
342 A.a.O.
343 *3. AtP*, a.a.O., p. 13.
344 Siehe Anhang 13 – Daß wissenschaftliche Vorhaben umso teurer werden, je näher ihre Verwirklichung heranrückt, ist ein allgemeines Phänomen. Vgl. hierzu die »vertrackte π-Regel« des ehemaligen Wissenschaftsministers von Dohnany, in: *Der Spiegel* 45/1972, p. 183.
345 Vgl. Haushaltsansätze, Anhang 13.
346 *3. AtP*, a.a.O., p. 3.
347 *3. AtP*, a.a.O., p. 13 ff.
348 A.a.O.
349 A.a.O.
350 *3. AtP*, a.a.O., p. 15.
351 *3. AtP*, a.a.O., p. 16.
352 Siehe Anhang 13.
353 S. Anhang 13.
354 *4. AtP* (Entwurf), p. 120.
355 Vgl. Kapitel IV.2.4.
356 *4. AtP* (Entwurf), p. 121.
357 Siehe die detaillierte Entstehungsgeschichte der GSI im Teil IV.
358 Vgl. Kapitel IV.2.4.
359 Zu den großen hierbei gemachten finanziellen Aufwendungen vgl. Anhang 14.
360 *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 24. 12. 73, *DORIS: Elektronenstrahl 6 Stunden lang gespeichert.*
361 *4. AtP* (Entwurf), p. 117.
362 *4. AtP* (Entwurf), p. 131.
363 *4. AtP* (Entwurf), p. 129 ff.
364 Vgl. oben.

III Nuclear physics community: Entwicklung der Schwerionenforschung

Gegenstand der folgenden Darstellung sind innerwissenschaftliche (und naturgemäß internationale) Aspekte von Entstehung und Entwicklung der Schwerionenforschung, die zugleich den Rahmen abgeben, an dem sich die Initiativen von Physikern in der BRD zur Entwicklung von Schwerionenbeschleunigern und zur Institutionalisierung von Schwerionenforschung orientiert haben.

Wir versuchen anhand einer historischen Rekonstruktion des wissenschaftlichen Fortschritts in diesem Bereich den Nachweis zu erbringen, daß die Erzeugung und Lösung von Forschungsproblemen bzw. der zu ihrer Bearbeitung erforderlichen apparativen Hilfsmittel nach innerwissenschaftlichen Kriterien (»kognitive Relevanz«) unter einer Strategie des Erkenntnisfortschritts vorangetrieben wurde und dadurch qualitativ bestimmt ist. Demgegenüber haben Gesichtspunkte möglicher praktischer Anwendung der von den Wissenschaftlern angestrebten Erkenntnisse weder zu der Initiierung der Forschungsprogramme noch zu deren Inhalten nennenswert beigetragen. Uns geht es um den innerwissenschaftlichen Kommunikations- und Handlungszusammenhang, innerhalb dessen die Initiativen westdeutscher Kernphysiker zur Institutionalisierung von Schwerionenforschung entstanden sind. Dementsprechend stehen im Mittelpunkt unseres Interesses nicht Inhalt und Systematik der Erkenntnisse in der Schwerionenforschung (dies wäre einem Review-Artikel vorbehalten), sondern die ihr Voranschreiten bedingenden kognitiven Konstellationen und apparativen Entwicklungen. Die Darstellung umfaßt den Zeitraum von den Anfängen der Schwerionenforschung bis zum Jahre 1969, dem Gründungsjahr der GSI.

III.1 Einführung

Die Schwerionenforschung untersucht experimentell und theoretisch die Phänomene, die beim Durchgang schneller

schwerer Ionen durch Materie auftreten. Dazu gehören insbesondere Kernreaktionen, die durch die in den Schwerionen enthaltenen Atomkerne ausgelöst werden.

Die Schwerionenforschung ist von kernphysikalischen Experimentiergeräten (Beschleuniger) sowie von kernphysikalischen Forschungsprogrammen her durch Kernphysiker in Gang gebracht worden. Ihr Programm ist gegenwärtig wesentlich breiter und zeigt eine interdisziplinäre Vielfalt von Untersuchungsansätzen. Nach wie vor aber dominiert dabei ganz eindeutig die Kernphysik.[1] Aus diesem Grunde beschränkt sich die folgende Darstellung auf einige Aspekte der Kernphysik mit Schwerionen und deren Entwicklung aus und im Zusammenhang der »gewöhnlichen« Kernphysik.

Die Erzeugung und Lösung kernphysikalischer Forschungsprobleme geschieht in weltweiter Arbeitsteilung und Kooperation. Die »nuclear physics community« erstreckt sich über alle Länder, die überhaupt in der Lage sind, die mit Kernforschung verbundenen hohen Kosten aufzubringen. Eine international führende Stellung nimmt seit dem Zweiten Weltkrieg die US-amerikanische »nuclear physics community« ein. Wichtige wissenschaftliche Beiträge kamen auch von Kernphysikern aus den anderen atomar rüstenden und eine Atomwirtschaft aufbauenden Staaten, insbesondere aus der UdSSR. Die US-amerikanische physics community war nach 1933 erheblich gestärkt worden durch die Einwanderung zahlreicher hervorragender europäischer Physiker, die zumeist in Deutschland ausgebildet waren. Im Zusammenhang des Projekts Manhattan zum Bau der Atombombe[2] und der nach Ende des Zweiten Weltkriegs andauernden Atomwaffenentwicklung erfolgte in den USA eine intensive staatliche Förderung der Kernphysik. Die renommiertesten Physiker wandten sich der kernphysikalischen Forschung zu. Die US-amerikanische nuclear physics community wuchs quantitativ (Anzahl der kernphysikalischen Labors und der Kernphysiker) und qualitativ (fortgeschrittener Stand apparativer Ausrüstungen und angegangener Forschungsprogramme) zu einer international absolut dominierenden Größe. Dies wird an der Tabelle auf Seite 108 deutlich.

Der Anteil der US-amerikanischen nuclear physics community an den in der westlichen Welt vorhandenen forgeschritte-

Betriebsfertige Teilchenbeschleuniger 1955.[3]

	Preisklasse 1	Preisklasse 2
Westliche Welt	129	59
USA	82	41
Großbritannien	22	9
BRD	8	1
Sonstige	17	8

Preisklasse 1 : 0,1 – 1 Mio. DM; Preisklasse 2 : über 1 Mio. DM

nen Beschleunigern – um solche handelt es sich bei den teureren Geräten der Preisklasse 2 – betrug 1955 also mehr als $^2/_3$.

Aufgrund der bei den staatlichen Förderungsprogrammen notwendigen Beratertätigkeit konnte die nuclear physics community in den USA wichtige Einflußpositionen innerhalb der Exekutive erobern und diese auch institutionell absichern.[4] Bis in die 60er Jahre hinein übten Kern- und Hochenergiephysiker auf die US-amerikanische Wissenschaftspolitik einen maßgeblichen Einfluß aus und erreichten eine sehr großzügige Förderung ihrer Disziplinen.[5] Dadurch konnten sie ihre internationale Führungsposition erhalten und ausbauen. Die nuclear physics community der USA konnte von 1955-1965 ihre Ausrüstung mit Teilchenbeschleuniger der Preisklasse über 1 Mio. DM mehr als verdreifachen (von 41 auf 137 Geräte).[6]

Während der 60er Jahre erfolgte eine Wendung der US-amerikanischen FEI-Politik von der fast ausschließlichen Rüstungsorientierung zu einer stärkeren Betonung ziviltechnologischer Innovationen. Damit ging eine Schwächung des wissenschaftspolitischen Einflusses von Physikern und Ingenieuren einher. Die Entwicklung der US-amerikanischen nuclear physics community verlangsamte sich und das Ausland – hier insbesondere die großzügig staatlich geförderte nuclear physics community in der BRD – konnte aufholen.

In der Kernphysik spielen wegen der großen erforderlichen Energien aufwendige Experimentiergeräte eine entscheidende Rolle; dies ist die wissenschaftlich-technische Seite der Entstehung von »big science«. Hier besaß und besitzt die Industrie der USA eine international führende Stellung. Diese

geht – wie in der Kernphysik – auf die rüstungsorientierte intensive Förderung von Kernforschung und Kerntechnik seit den 40er Jahren zurück. Auch die in den 60er Jahren in den USA intensiv geförderte Weltraumforschung mit ihren außerordentlichen Anforderungen an elektronisches Gerät führte zu vielfältigen Fortschritten in der kernphysikalischen Experimentiertechnik.

Wir erläutern zunächst einige für das Verständnis der »internen« Entwicklungslogik von experimenteller und theoretischer Kernphysik unerläßliche Gegebenheiten[7] und gehen dann auf den Zusammenhang zwischen der »gewöhnlichen« und der Schwerionen-Kernphysik ein.[8] Es folgt eine kurzgefaßte Darstellung der Geschichte der Kernphysik mit Schwerionen: Entwicklung von Experimentiergeräten und Forschungsprogrammen.[9] Dabei bedienen wir uns der in der Physik üblichen Sprechweise, die mit Atomen, Atomkernen und deren Bestandteilen so verfährt, als handelte es sich bei ihnen um Dinge in dem Sinne, wie man in der Alltagserfahrung makroskopische Körper und Vorgänge dinglich auffaßt. Um Mißverständnissen vorzubeugen, wollen wir dies Vorgehen kurz erläutern und begründen. Tatsächlich sind die mikrophysikalischen Gebilde, mit denen die Physik die Welt »bevölkert« und deren Bewegung sie den makroskopischen Körpern und Vorgängen unterlegt, prinzipiell keiner Beobachtung zugänglich und keine Dinge im üblichen Sinne. Das wird u. a. an den skurrilen Eigenschaften dieser Gebilde deutlich (etwa Teilchen-Welle-Dualismus), die zu einer heftigen Opposition einiger der hervorragenden Physiker (z. B. Albert Einstein), die am klassischen Paradigma[10] einer dinglich-mechanischen Weltkonstruktion festhielten, gegen die Quantenmechanik führte.

Auch wenn die Physiker davon sprechen, daß sie mit Atomkernen oder Elementarteilchen experimentieren, gehen sie konkret immer mit makroskopischen Körpern und Prozessen um. Sie präparieren diese allerdings auf der Grundlage von fiktiven unterlegten Mikrostrukturen und interpretieren die makroskopischen von ihnen beobachteten Prozesse wiederum in Begriffen zugrunde liegender Mikroprozesse. Die mikrophysikalischen Paradigmen (Modellvorstellungen über den Aufbau der Materie und über Eigenschaften und Wechselwir-

kungen ihrer Bestandteile) sind so konzipiert, daß sie der physics community ermöglichen in eindeutiger und intersubjektiver Weise, und zwar in einem im Laufe wissenschaftlicher Entwicklung sich monoton erweiternden Phänomenbereich[11],
1. auf der Grundlage der fiktiven unterlegten Mikrowelt makroskopische Körper praktisch-sinnlich zu handhaben (also experimentelle Situationen zu präparieren und zu interpretieren);
2. der Mikrowelt mathematisch-symbolische Begriffe und Strukturen zuzuordnen und diese zu handhaben;
3. die praktisch-sinnlichen Operationen im Experiment und die mathematisch-symbolischen Operationen in der Theorie einander eindeutig zuzuordnen.
Die »Wahrheit« und »Wirklichkeit« der den makroskopischen Körpern und Prozessen unterlegten Mikrowelt besteht unseres Erachtens demzufolge ausschließlich darin, daß sie den entsprechend Ausgebildeten, nämlich den Angehörigen der »physics community«, in einer sehr differenzierten und zugleich umfassenden und systematischen Weise eine Unzahl verschiedenster Aspekte sinnlich auffaßbarer makroskopischer Wirklichkeit sowohl theoretisch zu erklären als auch praktisch zu erschließen erlaubt. Von besonderer Wichtigkeit ist hierbei die durch handwerklich-technische Fortschritte (insbesondere Präzisions-Metallbearbeitung) ermöglichte Verwirklichung »idealer« Körper, die in praktisch hinreichender Näherung theoretische Gebilde repräsentieren. Da aus den mikrophysikalischen Paradigmen ein dichtes Netz aufeinander bezogener und voneinander abhängiger experimenteller Verfahren und theoretischer Konstruktionen zu gewinnen ist, erhalten diese eine eigentümliche Suggestivkraft gleichsam »ontologischer« Wahrheit, die sich u. a. in der die mikrophysikalischen Gebilde und Prozesse dinglich verobjektivierenden »physikalischen Umgangssprache« niederschlägt. Diese in der physics community gebräuchliche Umgangssprache hat aber nur methaphorischen Charakter; sie signalisiert den entsprechend Ausgebildeten die dahinter stehenden theoretischen und experimentellen Zusammenhänge in einer für die wissenschaftliche Kommunikation bequemen Weise, ohne diese Zusammenhänge in ihrer Komplexität jeweils selbst zu entfalten. Dabei können sich gewisse Sprachprobleme erge-

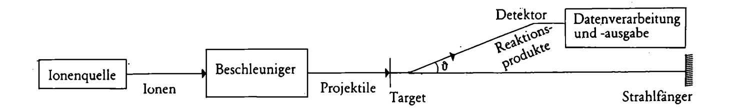
ben, z. B. wenn man von »Teilchen« redet, die auch einmal »Wellencharakter« besitzen können; die durch solche Begriffe signalisierten experimentellen Verfahren und theoretischen Konstruktionen sind jedenfalls frei von inneren Widersprüchen und von jedem Angehörigen der physics community eindeutig zu handhaben.

Der Leser möge, wenn wir im folgenden in der in der physics community üblichen bequemen Sprechweise über experimentelle und theoretische kernphysikalische Sachverhalte berichten, die obigen Erläuterungen und Vorbehalte im Auge behalten.

III.1.1 Experimentelle Kernphysik

Um die Struktur von Atomkernen und die in ihnen wirkenden Kräfte zu erforschen muß man die Kerne in »geeigneter« Weise kontrollierten äußeren Einwirkungen unterwerfen und deren Resultate ermitteln. Zu dem Zweck werden experimentell und theoretisch Kernreaktionen untersucht. Kernreaktionen können entweder durch Atomkerne oder durch Neutronen, weiterhin durch Elektronen, Mesonen, Photonen und andere Elementarteilchen ausgelöst werden. Zwischen Atomkernen wirken starke elektrische Abstoßungskräfte. Daher können Kernreaktionen zwischen Atomkernen erst eintreten, wenn man diese auf hinreichende Energien beschleunigt, so daß sie die gegenseitige Abstoßung überwinden und sich bis auf die Reichweite der spezifischen Kernkräfte (einige 10^{-13} cm) einander nähern können. In der Anfangszeit der Kernphysik – bis in die 30er Jahre – dienten mangels anderer Möglichkeiten radioaktive Präparate als Teilchenquellen für kernphysikalische Experimente. Später (und – abgesehen von Kernreaktoren als Neutronenquellen – heutzutage ausschließlich) wurden die für die Einleitung einer Kernreaktion erforderlichen energiereichen Atomkerne oder andere Teilchen mit Hilfe von Beschleunigern erzeugt. Beschleuniger sind also allgemein notwendige Hilfsmittel experimenteller kernphysikalischer Forschung.[12]

Der prinzipielle Aufbau eines kernphysikalischen Experiments ist, bei allen Besonderheiten im Einzelfall, stets der folgende.



In einer Ionenquelle werden Atome, die die für die Einleitung einer Kernreaktion vom Experimentator gewünschten Kerne enthalten, zunächst elektrisch aufgeladen (ionisiert), damit sie – im Unterschied zu den elektrisch neutralen Atomen – überhaupt durch äußere elektromagnetische Kräfte beschleunigt werden können. Anschließend werden die Ionen dann in »geeigneten« elektromagnetischen Feldern, die in nach den Regeln der klassischen Elektrodynamik konstruierten Beschleunigern erzeugt werden, entsprechend den Gesetzen der klassischen bzw. der relativistischen Mechanik beschleunigt. Haben die Ionen und die in ihnen steckenden Atomkerne die gewünschte Energie erreicht, läßt man sie als »Projektile« auf ein »Target«[13] auftreffen, dessen Atome die zu untersuchenden Kerne enthalten. Im Target kommt es nun – neben Wechselwirkungen, an denen die Elektronenhüllen der Atome und Ionen beteiligt sind – je nach der Eigenart und Energie der stoßenden Kerne zu den verschiedensten Kernreaktionen zwischen Projektil- und Targetkernen (elastische Streuung, Anregung der Stoßpartner, Austausch von Kernbestandteilen (= Transferreaktionen), teilweise oder vollständige Verschmelzung der Stoßpartner unter Aussendung verschiedener Bruchstücke und Strahlung, Kernspaltung). Die verschiedenen Reaktionsprodukte werden in Detektoren[14] aufgefangen, wobei sie elektrische Impulse erzeugen, die Aufschluß über Art und Energie der Teilchen geben. Die in den Impulsen steckenden Informationen über die Kernreaktion werden heutzutage von Computern verarbeitet und in kompakter Form ausgegeben.

Hinsichtlich der zur Beschleunigung benutzten Feldkonfigurationen gibt es zahlreiche Möglichkeiten. Man kann elektrostatische Felder (Hochspannung) oder elektromagnetische Hochfrequenzfelder verwenden; man kann spezielle »Führungsfelder« vorsehen, die nicht die Teilchenenergie erhöhen, sondern die Teilchen lediglich zwingen, auf bestimmten

Bahnkurven zu laufen (z. B. Kreis, Spirale, ...). Entsprechend diesen Möglichkeiten kann man elektrostatische und Hochfrequenzbeschleuniger sowie Linear- und Zirkularbeschleuniger unterscheiden. Schließlich gibt es eine große Fülle von konstruktiven Möglichkeiten, um die verschiedenen denkbaren Feldkonfigurationen zu verwirklichen, ihre Wirksamkeit zur Teilchenbeschleunigung zu optimieren und insgesamt Eigenschaften und Handhabung des Beschleunigers den Bedürfnissen der experimentellen Kernphysik entsprechend auszugestalten. Charakteristische Eigenschaften, die die mit einem Beschleuniger möglichen Experimente bestimmen, sind: beschleunigbare Teilchensorten, Teilchenenergie, Stahlintensität, Variabilität des Stahles (Veränderung von Teilchensorte und -energie, verfügbarer Energiebereich), Strahlqualität (Energieschärfe, Reproduzierbarkeit, geometrisch-optische Eigenschaften des Strahles).

Erstmals wurde 1932 von Cockcroft und Walton an Rutherford's Laboratorium in Cambridge (England) mit Hilfe elektrostatisch beschleunigter Protonen eine Kernreaktion ausgelöst.[15] In den beiden folgenden Jahrzehnten wurde eine große Anzahl von Funktionsprinzipien für Teilchenbeschleuniger ersonnen und gebaut, doch waren alle diese Anordnungen zunächst nur für die Beschleunigung »leichter« Teilchen konstruiert. Man konnte lediglich Elektronen oder die Ionen der beiden leichtesten Elemente, Wasserstoff und Helium, beschleunigen. Das schwerste und komplexeste Projektil, das der experimentellen Kernphysik bis Anfang der 50er Jahre zur Verfügung stand, war der aus zwei Protonen und zwei Neutronen bestehende Atomkern des Helium. Reaktionen schwerer Kerne waren empirisch nicht »machbar«. Die Kernphysiker befanden sich also in einer Lage wie etwa ein Chemiker, der die verschiedenen chemischen Elemente nicht untereinander, sondern alle nur mit Wasserstoff reagieren lassen kann.

III.1.2 Theoretische Kernphysik

Im Jahre 1911 gelang Rutherford der experimentelle Nachweis, daß fast die gesamte Masse und die positive elektrische Ladung eines Atoms in einem winzigen »Kern« von weniger

als einem Milliardstel des Atomvolumens konzentriert sind.[16] 1932 entdeckte Chadwick das Neutron, woraufhin Heisenberg und Ivanenko die Hypothese formulierten, daß Atomkerne aus Neutronen und Protonen bestehen.[17]

Diese im folgenden vollauf bestätigte Hypothese liefert im Verein mit der nichtrelativistischen Quantenmechanik ein allgemeines und umfassendes Paradigma[18] für die Theorie des Atomkernes und der Kernreaktionen. Für den Atomkern, ein physikalisches System aus Z Protonen und N Neutronen (also $A = N + Z$ »Nukleonen«) kann man damit sofort eine Differentialgleichung – die Vielteilchen-Schrödinger-Gleichung – formulieren, die eine vollständige Beschreibung der ganzen Vielfalt möglicher dynamischer Prozesse und Zustände dieses Systems und eine Voraussage aller dabei zu beobachtenden Meßgrößen liefert.[19] (Dabei müssen allerdings die zwischen den Nukleonen wirkenden Kräfte als bekannt vorausgesetzt oder aber in zunächst unbestimmter Weise parametrisiert und durch Anpassen der theoretischen Vorhersagen an experimentelle Ergebnisse bestimmt werden.)

Im Grunde wäre damit die theoretische Kernphysik »fertig«, wenn nicht

1. die Schrödinger-Gleichung so kompliziert wäre, daß – außer für die einfachsten Systeme mit wenigen Nukleonen – ihre direkte Lösung ein auch für die besten Computer der Zukunft vollkommen unlösbares Problem darstellte und
2. eine Lösung der Schrödinger-Gleichung für ein Vielteilchensystem wie den Atomkern mathematisch so kompliziert wäre, daß sie, selbst wenn man sie »hätte«, überhaupt nicht vom menschlichen Verstand aufgenommen werden könnte.

Aus beiden Gründen ist es in der theoretischen Kernphysik notwendig, einfache mathematische Modelle zu formulieren, die mit wenigen handhabbaren Begriffen und Rechenschritten eine systematische Darstellung und Voraussage der wesentlichen beobachtbaren Eigenschaften von Kernen ermöglichen.[20] In der Regel werden solche Modelle phänomenologisch eingeführt, d. h. auf der Grundlage und durch Verallgemeinerung von charakteristischen experimentellen Ergebnissen. Phänomenologische Modelle nehmen eine Mittelstellung ein zwischen den kernphysikalischen Experimenten einerseits und einer strengen Formulierung einer Kerntheorie auf der

Grundlage des oben skizzierten Paradigmas andererseits.

Die theoretischen Kernphysiker bemühen sich einerseits darum, phänomenologische Modelle zu formulieren, ihre Schlußfolgerungen zu analysieren und mit experimentellen Ergebnissen zu konfrontieren. Dadurch wird der Geltungsbereich der Modelle abgesteckt, und es werden die in die Modelle eingehenden Parameter bestimmt. Diese Parameter konzentrieren gewissermaßen die ungeheure Fülle der bei kernphysikalischen Experimenten anfallenden Informationen auf wenige allgemeine Grundtatsachen und repräsentieren unser »Wissen« über die Kerne. Andererseits wird in der theoretischen Kernphysik der Zusammenhang verschiedener Modelle untereinander und mit dem allgemeinen Paradigma, der Vielteilchen-Schrödinger-Gleichung, untersucht, um dadurch zu einer vereinheitlichten aus wenigen Grundprinzipien abgeleiteten Kerntheorie zu kommen.

III.1.3 Kernphysik mit Schwerionen

Die Kernphysik mit Schwerionen ist die natürliche, auf apparativen Fortschritten beruhende Ausdehnung des in der traditionellen Kernphysik mit leichten Ionen untersuchten Phänomenbereichs. Ihr Gegenstand ist die Untersuchung von Kernreaktionen, die durch Kerne mit einer Massenzahl $A > 4$ ausgelöst werden. Die damit einhergehende Ausweitung des der Kernphysik zugänglichen Phänomenbereichs ist erheblich; man erhält eine Vervielfachung der Anzahl möglicher Kernreaktionen, wobei teilweise ganz neue Kernzustände (z. B. extrem hohe Drehimpulse) zugänglich werden; zu den etwa 1000 bisher bekannten Atomkernen werden durch die Schwerionen-Kernphysik schätzungsweise 5000 neue hinzutreten, die großenteils neuartige Eigenschaften besitzen werden. Man kann also die Schwerionen-Kernphysik gegenüber der traditionellen »Leichtionen-Kernphysik« als größeres Teilgebiet einer alle Bereiche von Experiment und Theorie umfassenden Kernphysik ansehen.

Sowohl für die experimentelle als auch für die theoretische Schwerionen-Kernphysik gelten die in den Kapiteln 1.1 und 1.2 gemachten Ausführungen und die für die experimentelle und theoretische Kernphysik insgesamt dort angegebenen Para-

digmen. Die Schwerionen-Kernphysik ist nicht auf neue fundamentale Theorien aus, sondern auf die detaillierte Erschließung eines erweiterten Phänomenbereichs unter Anwendung, Fortführung und Ausdifferenzierung der vorhandenen Theorien[21]; sie ist also »normal science« im Sinne von Kuhn.[22] Daß sie erst relativ spät – nach 1950 – und zunächst als eine Sondersparte innerhalb der traditionellen Kernphysik entstanden ist, hat keine prinzipiellen Gründe, sondern beruht auf praktischen Problemen und Besonderheiten. Der Bau von Schwerionenbeschleunigern wurde erst durch langjährige Erfahrungen und Fortschritte beim konstruktiv wesentlich unproblematischeren Bau von Beschleunigern für leichte Ionen ermöglicht. Auch bestand zunächst von theoretischer Seite kein besonderes Interesse an der sehr komplizierten und schwer überschaubaren Kernphysik mit Schwerionen; viele Kerntheoretiker hielten sie lange Zeit für ein »dirty subject«.

Neben dem Vorstoß zu höheren Projektilmassen gab es einen zweiten, ebenfalls durch Fortschritte in der Beschleunigertechnik eröffneten, ebenso natürlichen Weg zur Ausweitung des Phänomenbereichs der traditionellen Kernphysik, nämlich die Steigerung der Energie der leichten Projektile (sogenannte »Mittelenergie-Kernphysik«, die zur Hochenergie- und Elementarteilchenphysik überleitet). Die durch die maximale erreichbare Projektilenergie bezeichnete Forschungsfront der Mittelenergie-Kernphysik fand zunächst bei vielen in Kernphysik und Beschleunigerentwicklung Arbeitenden mehr Aufmerksamkeit und Interesse als die durch die maximale auf kernphysikalische Energie[23] zu beschleunigende Projektilmasse bezeichnete Forschungsfront der Schwerionen-Kernphysik. Dieser Tatbestand ist damit zu belegen, daß neuartige Beschleunigungsprinzipien, die sowohl für höhere Energien als auch für schwerere Teilchen geeignet waren, zunächst und nachdrücklicher im Hinblick auf höhere Energien entwickelt und verwandt wurden.[24] Dabei stellten und stellen Mittelenergie-Kernphysik und Schwerionen-Kernphysik keine prinzipiellen, sondern einander ergänzende und hinsichtlich ihrer apparativen Voraussetzungen eng miteinander verknüpfte Alternativen kernphysikalischen Fortschritts dar. Während die Schwerionen-Kernphysik aufgrund des von ihr mit Sicherheit zu erwartenden Phänomenreich-

tums auf viele Forscher anziehend wirkt, kann man von der Mittelenergie-Kernphysik neue fundamentale Einblicke in die Natur der Kernkräfte und in die Mikrostruktur des Aufbaus von Atomkernen und ihren Bestandteilen erhoffen. Da für diesen Phänomenbereich noch kein einheitliches Paradigma gefunden werden konnte, erscheint er wissenschaftlich besonders reizvoll.

Nach unserer Einschätzung ist zwar die Präferenz verschiedener Forscher für Schwerionen-Kernphysik oder Mittelenergie-Kernphysik innerwissenschaftlich nicht zwingend zu begründen, doch sehen wir auch kaum außerwissenschaftliche Kriterien, die hierfür von Bedeutung sein könnten. Zwingend durch eine wissenschaftsinterne Entwicklungslogik bedingt erscheint uns dagegen, daß die traditionelle »Leichtionen-Kernphysik« über ihren engen Phänomenbereich hinausdrängte, also eine Mittelenergie-Kernphysik und eine Kernphysik mit Schwerionen entstanden, da diese im Rahmen der in der Kernphysik seit langem etablierten Paradigmen schon immer prinzipiell auf der Tagesordnung standen.

Der Nachweis für diese These hinsichtlich der Schwerionen-Kernphysik ergibt sich aus deren tatsächlicher historischer Entwicklung selbst. Die ansatzweise Entfaltung der hierbei wirksamen wissenschaftsintern regulierten Entwicklungslogik ist nun leider nicht möglich ohne inhaltliches Eingehen auf die wesentlichen apparativen und forschungsprogrammatischen Entwicklungen. Da Nicht-Naturwissenschaftler hierzu nur begrenzt Zugang haben können, geben wir über die verschiedenen Entwicklungsphasen zunächst jeweils kurze Übersichten. Mehr fachlich orientierte Details sind in den Unterkapiteln dargestellt.

III.2 Frühe Schwerionen-Kernphysik

In der Periode der frühen Schwerionen-Kernphysik – sie erstreckte sich bis Ende der 50er Jahre – war die Entwicklung erheblich behindert durch die geringen und begrenzten experimentellen Möglichkeiten.

Nur in wenigen kernphysikalischen Labors auf der Welt wurde versucht, schwere Ionen auf kernphysikalische Ener-

gien[25] zu beschleunigen und damit Kernreaktionen einzuleiten.[26] Zur Beschleunigung schwerer Ionen wurden zunächst ausschließlich Beschleuniger verwandt, die eigentlich für leichte Ionen konstruiert waren. Sie lieferten Schwerionenstrahlen von geringer Intensität und sehr schlechter Strahlqualität: Die Energieunschärfe betrug mehrere MeV; zudem war die genaue Energie gar nicht bekannt und auch nicht variabel.[27] Unter diesen Bedingungen waren die experimentell erhältlichen Informationen sehr beschränkt, und an ernsthafte kernphysikalische Experimente war gar nicht zu denken. Mit den Schwerionen wurde hauptsächlich »Kernchemie« betrieben, nämlich die Produktion von Isotopen, insbesondere von Transuranen. Auf diese Weise wurde erstmals eine Anzahl von chemischen Elementen synthetisiert; so 1952/53 die Elemente Einsteinium und Fermium in Berkeley und 1957 das Nobelium in Stockholm.[28] Hierbei kam es vor allem darauf an, überhaupt die gewünschten Isotope zu erhalten; die ihrer Produktion zugrunde liegenden Kernreaktionen waren als solche kaum Gegenstand experimenteller oder gar theoretischer Untersuchungen.

1952 wurde in Oak Ridge (USA) erstmalig ein spezieller Schwerionenbeschleuniger in Betrieb genommen; ähnliche Geräte folgten 1955 in Leningrad und Moskau.[29] Die experimentellen Möglichkeiten wurden hierdurch wesentlich erweitert.

Einer der international angesehensten theoretischen Kernphysiker, G. Breit (Yale, USA), veröffentlichte 1952 eine Arbeit, in der er die vielfältigen Möglichkeiten einer Kernphysik mit Schwerionen aufzeigte und gleichzeitig eine in Anlehnung an die klassische Physik vereinfachte theoretische Behandlung von Kernreaktionen schwerer Ionen nahelegte.[30] Diese Arbeit stimulierte das allgemeine Interesse innerhalb der nuclear physics community an der Schwerionen-Kernphysik; an mehreren Orten wurde daraufhin mit Schwerionenexperimenten an vorhandenen Beschleunigern begonnen; die Konstruktion von speziellen Schwerionenbeschleunigern erhielt erheblichen Auftrieb.[31] Das Interesse an der Schwerionen-Kernphysik wurde weiter gesteigert durch Spekulationen von Wheeler und anderen, daß möglicherweise weit jenseits der bekannten Transurane einigermaßen stabile »super-

schwere« Elemente existieren könnten, zu deren experimenteller Erzeugung durch Fusion schwerer Kerne man schnelle Schwerionen benötigen würde.[32] Verschiedene Gruppen begannen, an der baureifen Entwicklung neuartiger Beschleunigerprinzipien zu arbeiten. Die Jahre 1957/58 markierten einen Durchbruch dieser Bemühungen: In den USA und Kanada wurden drei neuartige Schwerionen-Linearbeschleuniger in Betrieb genommen (2 HILACs und ein EN-Tandem), die der Schwerionen-Kernphysik bequeme Experimentiermöglichkeiten von einer Präzision erschlossen, wie sie zuvor nur der »Leichtionen-Kernphysik« vorbehalten waren. Aufgrund der neuen experimentellen Möglichkeiten kam es zu einem schnellen Wachstumsprozeß der »heavy ion sub-community«, der sich in einer wachsenden Flut von Publikationen und einer Serie internationaler Konferenzen niederschlug.

Gleichfalls 1958 wurden in den Niederlanden und den USA zwei neuartige Zyklotrone (Kreisbeschleuniger) in Betrieb genommen.[33] Diese waren zwar nur für leichte Ionen ausgelegt, doch wurde mit ihnen erstmals ein neuartiges Funktionsprinzip realisiert, welches in der Folgezeit auch für die Schwerionenbeschleunigung eine große Bedeutung gewinnen sollte.

III.2.1 Schwerionen-Kernphysik mit konventionellen Zyklotronen

Bis zum Jahre 1957 wurden kernphysikalische Experimente mit Schwerionen ausschließlich an konventionellen Festfrequenz-Zyklotronen durchgeführt.[34] Das Zyklotron – 1930 von E. O. Lawrence erfunden – ist ein Hochfrequenz-Kreisbeschleuniger mit fester Frequenz und konstantem magnetischen Führungsfeld für feste nicht-relativistische Endenergien.[35] Es wird üblicherweise mit dem Polschuhdurchmesser des Elektromagneten charakterisiert[36], der – neben der magnetischen Feldstärke – die erreichbare Endenergie bestimmt. Das erste Zyklotron mit 30 cm Polschuhdurchmesser wurde 1931 unter Leitung von Lawrence in Berkeley gebaut. Es folgten weitere und immer größer werdende Geräte in USA und Großbritannien. 1939 wurde in der UdSSR das erste Zyklotron auf dem europäischen Kontinent

in Betrieb genommen.[37] Das erste deutsche Zyklotron wurde 1944 unter Leitung von W. Bothe in Heidelberg fertiggestellt.[38]

Zum ersten Male haben 1940 Alvarez und Tobias Kohlenstoffionen mit dem 90 cm-Zyklotron in Berkeley auf kernphysikalische Energien (50 MeV) beschleunigt.[39] Wegen der geringen Strahlintensität (etwa 8 Teilchen pro Sekunde) mußte man sich damals mit dem bloßen Nachweis der schnellen Schwerionen zufriedengeben und konnte keine Kernreaktionen erzeugen. Die erste durch Schwerionen induzierte Kernreaktion wurde 1950 am 150 cm-Zyklotron in Berkeley beobachtet. Ab 1951 erzeugten Ghiorso und andere in Berkeley Transurane mit Hilfe von Schwerionen-Kernreaktionen.[40]

Die frühen kernphysikalischen Schwerionenexperimente an Zyklotronen waren dadurch beeinträchtigt, daß die Schwerionenstrahlen eine sehr schlechte Strahlqualität besaßen. Es standen nur »Leichtionen-Beschleuniger« zur Verfügung. Eine Beschleunigung von Schwerionen in diesen Geräten war überhaupt nur dadurch möglich, daß die Schwerionen während des Beschleunigungsvorganges durch Stöße mit dem Restgas in der Zyklotronkammer statistisch auf höhere Ladungszustände gestrippt wurden. Entsprechend dem Auftreten verschiedener Ladungszustände erhielt man einen Strahl mit verschiedenen Energiekomponenten, deren jede aufgrund der statistischen Stoßprozesse noch eine Breite von mehreren MeV besaß. Mit den damals verfügbaren Methoden und Kenntnissen war nicht einmal die Bestimmung des Energie-Mittelwertes zweifelsfrei möglich.[41] Außerdem waren die Strahlintensitäten schwach wegen des niedrigen Entwicklungsstandes leistungsfähiger Ionenquellen. (Die Ionenquellen sind bis heute ein schwacher Punkt von Schwerionenbeschleunigern geblieben.)

Angesichts dieser experimentellen Situation konnte man nur qualitativ das Auftreten bestimmter Produktkerne nachweisen und ziemlich grobe Abschätzungen über Wirkungsquerschnitte und das Auftreten sowie die relative Häufigkeit verschiedener Reaktionsmechanismen geben.[42] Solche grob und qualitativ orientierten Arbeiten wurden hauptsächlich in Berkeley, aber auch mit den in Anhang 20 angegebenen, eigent-

lich nur für leichte Ionen ausgelegten Beschleunigern im Nobel-Institut in Stockholm, im Physics Department der Universität Birmingham und im Centre d'Etudes Nucleaires Saclay durchgeführt.[43]

Die ersten speziell für Schwerionen entworfenen Beschleuniger mit scharfer Strahlenergie waren die konventionellen Festfrequenz-Zyklotrone vom Oak Ridge National Laboratory, vom Leningrader Physikalisch-technischen Institut und dem Kurchatov-Institut in Moskau (Anhang 20). In Oak Ridge wurden vor allem Kernreaktionen von ^{14}N bei einer festen Energie von 28 MeV untersucht. Bei verschiedenen durch ^{14}N induzierten Compoundkernreaktionen wurden totale Reaktionsquerschnitte und Energieverteilungen der verschiedenen Reaktionsprodukte bestimmt.[44] 1953 wurde erstmalig durch Reynolds et al. die Transferreaktion $^{14}N \rightarrow {}^{13}N + n$ beobachtet.[45] Ab 1955 wurden von Reynolds, Zucker et al. verschiedene durch ^{14}N induzierte Transferreaktionen untersucht. Die Messungen konnten durch die ab 1956 von G. Breit und Mitarbeitern entwickelte semiklassische »Tunneltheorie« beschrieben werden.[46] 1956 wurde erstmals von der Oak-Ridge-Gruppe die Winkelverteilung einer Schwerionen-Kernreaktion gemessen, nämlich der elastischen Streuung von ^{14}N an ^{14}N.[47] Es folgten zahlreiche Messungen der elastischen Streuung mit anderen Projektilen im Massenbereich bis zu ^{20}Ne, wobei vor allem sehr schwere Targetkerne verwandt wurden. Diese Messungen konnten mit Hilfe des phänomenologischen Blair-Modells beschrieben, also als Diffraktion an einer schwarzen Kugel interpretiert werden.[48]

1958 gelang es dann, die elastische Streuung komplexer Kerne mit Hilfe einer detaillierten – wenn auch noch nicht mikroskopisch begründeten – Dynamik zu beschreiben, nämlich mit dem »Optischen Modell«.[49]

Die Leningrader Gruppe konzentrierte sich – neben der Kernchemie – auf die Untersuchung von Coulombanregung.[50] In Moskau wurde die durch Kohlenstoff-, Stickstoff- und Sauerstoffkerne induzierte Spaltung schwerer Kerne untersucht. Außerdem wurden Transurane durch Schwerionenstrahlen hergestellt.[51]

III.2.2 Entwicklung neuartiger Schwerionenbeschleuniger

III.2.2.1 Der HILAC[52]

Im Jahre 1953 begann – aufgrund der Initiative und mit Unterstützung von G. Breit aus Yale sowie G. T. Seaborg[53] und A. Ghiorso aus Berkeley – eine Arbeitsgruppe von Physikern des UCRL[54] in Berkeley und der Yale University mit Entwurfsstudien für einen Schwerionenbeschleuniger. Als Konstruktionsziel wurde anvisiert, bei guter Strahlintensität und -qualität viele verschiedene leichtere Schwerionen auf Energien von 10 MeV/A zu beschleunigen. Da sich mit Zyklotronen zu viele Probleme ergaben, konzentrierte man sich auf einen Linearbeschleuniger vom Alvarez-Typ (linearer Resonator). 1954 wurden die Entwurfsstudien abgeschlossen und anschließend zwei im wesentlichen identische Schwerionenbeschleuniger »HILAC« (= *h*eavy *i*on *l*inear *ac*celerator) am UCRL in Berkeley und in Yale gebaut. Daß ein sehr aufwendiger und neuartiger Beschleuniger gleich in zwei Exemplaren parallel gebaut wurde, zeigt, wie günstig die Entfaltungsmöglichkeiten der nuclear physics community in USA seinerzeit waren.

Der HILAC im UCRL wurde im April 1957 in Betrieb gesetzt und zunächst hauptsächlich für kernchemische Experimente benutzt. Der Yale-HILAC wurde im März 1958 fertiggestellt und diente vorrangig der kernphysikalischen Forschung.

In seiner ursprünglichen Form – später wurden mehrfach Verbesserungen und Erweiterungen vorgenommen – bestand der HILAC aus zwei 70 MHz Resonatoren. Ionen mit $e/m \geq 0{,}15$ (in Einheiten Elementarladungen je Nukleonenmasse) wurden mit einem Cockcroft-Walton-Beschleuniger bei einer Energie von 0,07 MeV/A in den ersten Alvarez-Tank eingeschossen. Sie wurden darin auf 1 MeV/A beschleunigt, anschließend auf $e/m \geq 0{,}3$ gestrippt und dann im zweiten Alvarez-Tank auf die Endenergie von 10 MeV/A beschleunigt. Es konnten Ionen im Bereich von Helium bis Argon beschleunigt werden. Bei Kohlenstoff und Stickstoff wurden Strahlströme von etwa 6×10^{12} Teilchen pro Sekunde erreicht. Die Energie der beschleunigten Ionen war fest (abge-

sehen von den durch Wahl unterschiedlicher Ladungszustände erreichbaren unterschiedlichen Energien); erreicht wurden ^{4}He – 40 MeV, ^{11}B – 114 MeV, ^{12}C – 124 MeV, ^{14}N – 145 MeV, ^{16}O – 166 MeV, ^{20}Ne – 207 MeV, ^{40}Ar – 414 MeV.

III.2.2.2 Der Tandembeschleuniger

Der Tandembeschleuniger ist eine Weiterentwicklung des 1931 von R. J. van de Graaff entwickelten Beschleunigers mit elektrostatischem Generator.[55] Dabei handelt es sich um einen Gleichspannungs-Linearbeschleuniger, bei dem man die Beschleunigungsspannung zwei Mal ausnutzt. Zunächst werden negative Ionen in den Beschleunigungstank eingeschossen und auf die in der Mitte des Tanks befindliche positive Hochspannungselektrode (»Terminal«) hin beschleunigt. In der Nähe dieser Hochspannungselektrode befindet sich ein »Stripper«, in dem die schnellen Ionen einige Elektronen verlieren, dadurch positive Ladung bekommen und nun erneut von der Hochspannungselektrode weg zum anderen Ende des Beschleunigertanks beschleunigt werden.

Das Prinzip dieses Beschleunigers ist bereits 1936 angegeben und in der Folgezeit mehrfach diskutiert worden.[56] Nachdem es 1951 von L. Alvarez erstmals praktisch demonstriert worden war[57], ergriff dann R. J. van de Graaff – mittlerweile Direktor der High Voltage Engineering Corp. in Burlington (Mass.), USA, und international angesehener Fachmann in der Beschleunigerphysik – die Initiative und ließ es von der HVEC zur praktischen Reife entwickeln.[58]

Der erste Beschleuniger des Tandem-Typs wurde im Auftrag der AECL[59] von der HVEC entworfen und gebaut.[60] Das Gerät wurde dann Ende 1958 in Burlington probeweise in Betrieb genommen. Nachdem die gemeinsam von Physikern der HVEC und der AECL durchgeführten Testmessungen ein gutes Betriebsverhalten ergaben[61], wurde der Beschleuniger an die AECL übergeben. Er wurde in deren Laboratorium in Chalk River (Kanada) im Februar 1959 in Betrieb gesetzt.

Dieser als »EN-Tandem« bezeichnete Beschleuniger leitete eine neue Ära der experimentellen Kernphysik mit Schwerionen ein. Mit ihm konnte man erstmals Schwerionenstrahlen mit präziser Energie und kontinuierlicher und experimentell

bequem handhabbarer Energievariation erzeugen, also erstmals Anregungsfunktionen für Kernreaktionen schwerer Ionen messen. Zudem war das Gerät »von der Stange« käuflich und wurde in der Folgezeit in großer Stückzahl an viele Labors in der Welt geliefert. Damit konnten die Methoden und Möglichkeiten der Schwerionenforschung in breiter Form für viele kernphysikalische Probleme fruchtbar gemacht werden.

III.2.2.3 Das Isochron-Zyklotron

Die wesentliche Beschränkung des klassischen Zyklotrons besteht darin, daß es nur Ionen mit festem e/m beschleunigt. Das bedeutet zunächst, daß ein für Deuteronen ($e/m = 1/2$) ausgelegtes Zyklotron i. a. nicht für Schwerionen geeignet ist, da bei ihnen in der Regel nur $e/m < 1/2$ erreichbar ist. Es bedeutet weiter, daß man nicht bis in den relativistischen Geschwindigkeitsbereich vordringen kann, da dort m zunimmt und demzufolge e/m nicht mehr konstant ist.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, um diese Schwierigkeiten zu beheben. Die eleganteste – aber auch konstruktiv schwierigste – Lösung ist das Isochron-Zyklotron, dessen Funktionsprinzip im Jahre 1938 angegeben wurde.[62] Beim Isochron-Zyklotron läßt man Hochfrequenz und magnetisches Führungsfeld während des Beschleunigungsvorganges fest, wobei allerdings die magnetische Feldstärke nach außen hin ansteigt, um während des Beschleunigungsvorganges trotz relativistischer Massenzunahme Synchronismus zwischen Teilchenbewegung und beschleunigender Hochfrequenzspannung aufrechtzuerhalten. Allerdings muß man – und das ist konstruktiv schwierig – das Magnetfeld gleichzeitig auch in geeigneter Weise azimutal veränderlich gestalten, um die defokussierende Wirkung des nach außen ansteigenden Magnetfeldes zu kompensieren. Wenn man magnetische Feldstärke und beschleunigende Hochfrequenz veränderbar macht, kann man mit dem Isochron-Zyklotron Ionen mit verschiedenem e/m in einem weiten Energiebereich beschleunigen.

In den 50er Jahren arbeiteten mehrere Gruppen an der konstruktiven Verwirklichung des Isochron-Zyklotrons. Da-

bei stand das Bestreben nach Erhöhung der Endenergie für leichte Ionen im Vordergrund.[63] Die ersten Isochron-Zyklotrone, noch für Protonen im nichtrelativistischen Energiebereich, wurden 1958 in Delft (Niederlande, Philips) und an der Urbana University (USA) in Betrieb genommen.[64]

III.2.3 Konsolidierung der kernphysikalischen Schwerionenforschung

Die Kernphysik mit Schwerionen war zunächst ein esoterisches und nur von wenigen Spezialisten bearbeitetes Sondergebiet. Im Laufe der 50er Jahre hatten mehrere angesehene experimentelle und theoretische Kernphysiker diesem Gebiet ihre Aufmerksamkeit zugewandt. Allmählich wurde die Schwerionen-Kernphysik als eine zwar kleine, aber doch beständige Sparte innerhalb der Kernphysik etabliert.

Im Jahre 1956 gab es auf einer internationalen kernphysikalischen Konferenz – der Amsterdam Nuclear Reactions Conference – einen Plenarvortrag über Kernphysik mit schweren Ionen.[65] Zudem wurden dort neun Fachvorträge über Schwerionen-Kernphysik gehalten.

Die Zeitschrift *Physics Abstracts* – sie wird in Zusammenarbeit mit dem »American Institute of Physics« herausgegeben und katalogisiert unter einem »Subject Index« weltweit die physikalischen Forschungsarbeiten aus allen wesentlichen Fachzeitschriften – benutzte 1957 erstmals die Rubrik »Nuclear Reactions due to Nuclei with $Z > 2$« (das sind gerade die Schwerionen-Kernreaktionen!).[66]

Im Mai 1958 fand die erste internationale »Conference on Reactions between Complex Nuclei«, organisiert vom Oak Ridge National Laboratory, in Gatlinburg (Tenn., USA) statt (*Schwerionenkonferenz* I).[67] An dieser Konferenz beteiligte sich eine größere Anzahl sehr angesehener – fast ausschließlich US-amerikanischer – Kernphysiker. In sieben Sitzungen wurden 26 Arbeiten vorgelegt über die Themenbereiche: Transurane, Compoundkerne, elastische Streuung, Kernchemie, direkte Wechselwirkungen, Coulombanregung, Kernspaltung; also ein umfangreiches und alle Bereiche der Schwerionen-Kernphysik umfassendes Programm. Die Konferenzteilnehmer waren sehr beeindruckt von der Zusammenschau der

seitherigen Schwerionen-Kernphysik und überrascht über das Ausmaß der auf diesem Gebiet schon vorhandenen und sich anbahnenden Aktivitäten (es waren ja mehrere neuartige Schwerionenbeschleuniger gerade fertiggestellt bzw. entwickelt worden).

Die Schwerionen-Kernphysik erhielt durch diese Konferenz einen deutlichen Auftrieb. Ein großer Optimismus, ja Enthusiasmus machte sich breit über die neuen Forschungsfronten; kennzeichnend hierfür waren die Ausführungen von A. Ghiorso (Berkeley, USA) auf der von G. Breit (Yale, USA) geleiteten Schlußsitzung der Konferenz: »I have been extremely impressed by all the work. I didn't realize there was so much in the heavy ion field. [...] I think that obviously the field is growing so fast that within the next five years there really should be one of these conferences per year.«[68]

III.3 Schwerionen-Kernphysik zwischen Gatlinburg (1958) und Heidelberg (1969)

Auf die Gatlinburg-Konferenz folgte – bedingt vor allem durch die 1958 einsetzende qualitative Verbesserung der experimentellen Möglichkeiten – eine anhaltende Wachstumsperiode der »heavy ion sub-community«. In den 60er Jahren war die Entwicklung der kernphysikalischen Schwerionenforschung vor allem durch apparative Fortschritte gekennzeichnet.[69] In über 14 Ländern wurden insgesamt mehr als 60 der neuartigen Schwerionenbeschleuniger installiert.[70] Davon waren fast 80% Tandembeschleuniger der HVEC[71] oder ähnliche Parallelentwicklungen, 50% dieser Geräte befanden sich in USA.

Mehr und mehr – vor allem experimentelle – Kernphysiker wandten sich der Schwerionen-Kernphysik zu. Auf mehreren schwerpunktmäßig an den internationalen Zentren der kernphysikalischen Schwerionenforschung abgehaltenen internationalen Konferenzen[72] sowie in zahlreichen wissenschaftlichen Veröffentlichungen wurden interessante und teilweise überraschende experimentelle Resultate mitgeteilt und diskutiert. Die theoretischen Bemühungen waren demgegenüber wesentlich geringer; sie waren meistens eng an vorhandenen

Experimenten orientiert.

Der experimentell zugängliche Phänomenbereich blieb zwar noch begrenzt, wurde aber durch apparative Fortschritte beständig ausgeweitet (siehe Anhang 21). Die Grenze zwischen dem experimentell zugänglichen Phänomenbereich und dem ausschließlich theoretischen Spekulationen und Extrapolationen vorbehaltenen Phänomenbereich ist vor allem durch die folgenden Beschleuniger-Parameter bezeichnet:

– Schwerstes auf »kernphysikalische Energie« zu beschleunigendes Ion.
– Maximale Energie pro Nukleon.
– Strahlintensität.
– Strahlqualität (insbesondere Energieschärfe und -stabilität).

Diese Grenze erwies sich immer mehr als eine wichtige Front der kernphysikalischen und apparativen Forschung.[73]

Neben den Beschleunigern wurden auch die für kernphysikalische Experimente erforderlichen Meß- und Hilfsgeräte weiterentwickelt (Detektoren, Meßelektronik, on-line-Computer); teilweise wurden neue Funktionsprinzipien eingeführt (z. B. Halbleiterdetektoren).

Die stürmische Entfaltung der Beschleunigertechnik fand ihren Niederschlag in einer Reihe spezieller internationaler Beschleunigerkonferenzen. Es entstanden mehrere Initiativen für Entwicklung und Bau »universeller« Schwerionenbeschleuniger. Diese Geräte sollten den von den allgemeinen Paradigmen der nichtrelativistischen Kernphysik abgedeckten Phänomenbereich endlich vollständig technisch herstellbar machen.[74]

Es wurde angestrebt,

– die Ionen aller chemischen Elemente (»bis zum Uran«) auf kernphysikalische Energien zu beschleunigen,
– die Endenergie der Ionen bequem und kontinuierlich variabel zu machen,
– ausreichend hohe Strahlintensitäten für die Erzeugung experimentell erwünschter und bequemer kernphysikalischer Ereignisraten zu erzielen,
– die Strahlqualität (vor allem Energieschärfe und Langzeitstabilität) so zu gestalten, daß alle kernphysikalischen Details

(energieabhängige Feinstruktur) bei Kernreaktionen aufgelöst werden können.

Ab Mitte bis Ende der 60er Jahre gediehen über 20 dieser Entwicklungen zur Baureife, die meisten davon in USA (siehe Anhang 22); sie standen auf der internationalen Konferenz über Schwerionen-Kernphysik in Heidelberg 1969 (*Schwerionenkonferenz V*, Anhang 25) im Mittelpunkt des Interesses.

Der früheste und gleichzeitig fortgeschrittenste dieser Entwürfe war das am UCRL[75] in Berkeley seit 1964 entwickelte und der USAEC[76] 1966 zum Bau vorgeschlagene Omnitron, ein Schwerionen-Synchrotron mit elektrostatischem Injektor und Speicherring.[77] Es sollte ermöglichen, die Ionen aller Elemente von Wasserstoff bis Uran in einem weiten Energiebereich (bis hin zu mehreren hundert MeV pro Nukleon!) zu beschleunigen. Das beabsichtigte Forschungsprogramm umfaßte Schwerionen-Kernphysik, Mittelenergie-Kernphysik sowie biologische und medizinische Fragen (u. a. Strahlentherapie). Zwar wurde das Omnitron (veranschlagte Kosten: ca. 100 Mio. DM) wegen Kürzungen des USAEC-Etats nie gebaut (s. u.), doch hatten das Projekt wie auch die damit verfolgten Forschungsprogramme einen wichtigen Einfluß auf die internationale nuclear physics community. Insbesondere die 1966 einsetzenden Initiativen zur Institutionalisierung anspruchsvoller Schwerionen-Kernphysik in der BRD orientierten sich in ihren Vorschlägen für Forschungsprogramme weitgehend an den im Omnitron-Memorandum ausgearbeiteten Ideen.[78]

Die nuclear physics community der BRD schaffte aufgrund der großzügigen staatlichen Förderung in den 60er Jahren den Durchbruch zur internationalen »Forschungsfront«. In Heidelberg als dem Zentrum der Schwerionen-Kernphysik in der BRD entstanden international beachtete experimentelle und theoretische Arbeiten über Transferreaktionen und elastische Streuung komplexer Kerne. So war es kein Zufall, daß die 5. Internationale Schwerionenkonferenz 1969 am MPI für Kernphysik in Heidelberg stattfand und daß unter den dort vorgelegten und diskutierten Konzepten für universelle Schwerionenbeschleuniger zwei der anspruchsvollsten und fortgeschrittensten Entwicklungen (»UNILAC« und »HELAC«) von westdeutschen Gruppen stammten.[79]

Wegen der ab 1968 in den USA durchgeführten Budgetkürzungen für staatliche Wissenschaftsförderung[80] konnten die US-amerikanischen Physiker ihre Entwürfe für universelle Schwerionenbeschleuniger – für fünf dieser Projekte waren 1967 bereits die Gelder beantragt[81] – größtenteils nicht verwirklichen. Lediglich der Berkeley-HILAC wurde 1971 durch Um- und Anbauten so verbessert (»Super-HILAC«), daß er – als erster Beschleuniger überhaupt – seither alle Kerne auf bis zu 8,5 MeV/A Endenergie beschleunigen kann.[82/83]

In Dubna (UdSSR) wurden 1971 zwei große (Isochron-) Zyklotrone gekoppelt, mit denen nunmehr Ionen bis zum Xenon auf kernphysikalische Energie beschleunigt werden können.[84\85]

In der BRD wird seit 1971 der UNILAC, ein dem Super-HILAC in der Konzeption ähnlicher, ihn aber hinsichtlich Endenergie und Strahlintensität noch übertreffender universeller Schwerionen-Linearbeschleuniger von der GSI in ihrem Forschungslabor in Darmstadt errichtet. Während die Nutzungsmöglichkeiten des Super-HILAC durch die ungünstige manuelle Handhabung erheblich beschränkt sind, ist der UNILAC für weitgehend vollautomatischen Betrieb ausgelegt. Wenn der ab Ende 1974 geplante Probebetrieb des UNILAC die Erwartungen der Wissenschaftler erfüllt – woran kaum zu zweifeln ist –, wird die nuclear physics community der BRD über ein international konkurrenzloses Forschungsgerät verfügen und den gesamten Phänomenbereich nicht-relativistischer Kernphysik experimentell untersuchen können.[86]

III.3.1 Entwicklung der »heavy ion sub-community«

Ende der 50er Jahre entstanden die ersten auf Schwerionen-Kernphysik spezialisierten Labors in USA, Kanada und der UdSSR, deren Zahl rasch anwuchs. 1960 erschien der erste Review-Artikel über Schwerionen-Kernphysik[87], der – ebenso wie die verschiedenen internationalen Schwerionen-Konferenzen[88] – ein Indiz dafür war, daß das Fach eine gewisse Reife erreicht hatte.

Das Wachstum der Schwerionen-Kernphysik in den 60er Jahren war durch zwei widersprüchliche Tendenzen gekenn-

zeichnet. Einerseits bildete sich innerhalb der nuclear physics community eine wachsende »heavy ion sub-community« als eine Art in-group von auf Schwerionenforschung spezialisierten Kernphysikern heraus. Andererseits nahm die Bedeutung der Schwerionen-Kernphysik innerhalb der Kernphysik insgesamt zu, so daß sie auch von Nicht-Spezialisten immer stärker beachtet wurde. Die Grundlage für die relative Absonderung einer »heavy ion sub-community« bildete die starke Experiment-Orientierung der Schwerionen-Kernphysik; die Besonderheiten von Schwerionenexperimenten und der dazu erforderlichen Techniken und apparativen Ausstattungen machten eine gewisse Spezialisierung unter den Kernphysikern unumgänglich. Die »heavy ion sub-community« rekrutierte sich aus den auf Schwerionenforschung spezialisierten Labors[89]; sie bildete das Rückgrat der immer umfangreicher werdenden internationalen Schwerionenkonferenzen und produzierte eine wachsende Anzahl wissenschaftlicher Arbeiten.[90]

Indizien für eine um die Schwerionenforschung zentrierte in-group-Bildung innerhalb der nuclear physics community sind die zunächst noch anhaltende Geringschätzung der Schwerionen-Kernphysik durch viele führende Kernphysiker als »dirty subject« sowie die Herausbildung eines eigentümlichen professionellen Sprachgebrauchs hinsichtlich des Begriffs »heavy ions«. Während in den Beiträgen zur Schwerionenkonferenz II von 1960 noch begrifflich zwischen »heavy ions« und den in ihnen enthaltenen »complex nuclei« unterschieden und immer präzise von »scattering of complex nuclei« gesprochen wurde, redete man seit der Schwerionenkonferenz III von 1963 fast ausschließlich von »scattering of heavy ions«.[91] Natürlich war damit die Streuung der in den schweren Ionen enthaltenen komplexen Kerne gemeint.

Die zunehmende Bedeutung der Schwerionen-Kernphysik innerhalb der Kernphysik insgesamt wurde daran sichtbar, daß an den internationalen Schwerionenkonferenzen in wachsender Anzahl angesehene Kernphysiker teilnahmen, die nicht unbedingt als Spezialisten für Schwerionenforschung anzusehen waren.[92] Auch erlangte die Schwerionen-Kernphysik im Laufe der 60er Jahre ein immer größeres Gewicht auf allgemeinen kernphysikalischen Konferenzen.[93]

III.3.2 Schwerionenbeschleuniger

Die experimentelle Schwerionen-Kernphysik der 60er Jahre wurde hauptsächlich mit Tandembeschleunigern betrieben. Hochfrequenz-Linearbeschleuniger wie der HILAC konnten zwar höhere Energien erreichen. Doch besaß der Tandembeschleuniger gegenüber den frühen Hf-Linearbeschleunigern den für kernphysikalische Experimente außerordentlich großen Vorteil einer kontinuierlich variablen Endenergie bei sehr großer Energieschärfe (siehe Anhang 21). Energievariable Isochron-Zyklotrone, ein für Schwerionen gleichfalls sehr aussichtsreicher Beschleunigertyp, wurden zunächst vorwiegend für Leichtionen-Kernphysik bei höheren Energien entwickelt und benutzt.[94] Das erste spezielle Schwerionen-Isochron-Zyklotron wurde 1965 in Orsay (Frankreich) in Betrieb genommen; eine große Zahl anderer Schwerionen-Isochron-Zyklotron-Projekte konnte trotz Baureife nicht verwirklicht werden.

Wichtige Schwerionen-Experimente wurden auch mit den konventionellen Zyklotronen von Moskau und Dubna ausgeführt (siehe Anhang 21). Zwar war ihre Endenergie fest und die Energieauflösung schlecht, doch war die Strahlintensität konkurrenzlos hoch. Es konnten Kernreaktionen mit einem Wirkungsquerschnitt von 10^{-33} cm^2 noch nachgewiesen werden.[95]

III.3.2.1 Tandembeschleuniger

Der erste von der HVEC gebaute EN-Tandem (maximale Terminalspannung 6 MV) bewährte sich im Laboreinsatz in Chalk River auf das beste. Im ersten Betriebsjahr (1959) wurde ein Betriebsanteil von 80% erreicht. Die Experimente brachten der Kernphysik neue und teilweise überraschende Resultate.[96]

1959 wurden zwei von englischen Arbeitsgruppen entwickelte und dem EN-Tandem sehr ähnliche Beschleuniger in den Kernforschungszentren Aldermaston und Harwell der UKAEA in Betrieb genommen.[97]

Bei der HVEC gingen Aufträge zur Lieferung von EN-Tandembeschleunigern aus zahlreichen über die ganze Welt ver-

streuten kernphysikalischen Labors ein. 1960 wurden die Geräte mit den Fertigungsnummern 2 an der University of Wisconsin und 3 an der Florida State University in Betrieb genommen; weitere 10 Aufträge lagen vor (USA 5; Australien, Schweiz, Dänemark, England, BRD je 1).[98] 1961 erhielt das MPI für Kernphysik in Heidelberg den EN-Tandem mit der Fertigungsnummer 7.[99] 1963 waren insgesamt 21 EN-Tandems in Betrieb oder im Bau.[100]

Die HVEC sowie die den EN-Tandem benutzenden Experimentalphysiker führten zahlreiche Verbesserungen an Beschleuniger und Hilfsgeräten ein; insbesondere wurden die Ionenquellen verbessert. 1963 erreichte ein FN-Tandem – eine vergrößerte Version des EN – eine maximale Terminalspannung von 7,5 MV. Noch im selben Jahr wurden vier weitere FN-Tandems in Betrieb genommen.[101] 1967 erhielt das Institut für Kernphysik der Universität Köln einen FN-Tandem.[102] Um die erreichbare Endenergie weiter zu steigern, bearbeitete die HVEC in Zusammenarbeit mit mehreren Labors von US-amerikanischen Universitäten und Kernforschungszentren Projekte, in denen zwei Tandembeschleuniger bzw. ein Van-de-Graaff – und ein Tandembeschleuniger in Serie geschaltet wurden. 1964 wurden mit einer solchen Kombination in Los Alamos Protonenenergien von 23 MeV erreicht (entsprechend einer effektiven Terminalspannung von 11,5 MV).[103]

1962 kündigte die HVEC öffentlich an, daß sie – angeregt durch die Wünsche der Experimentalphysiker – eine vergrößerte und verbesserte Version des EN-Tandem unter der Bezeichnung MP-Tandem (»Emperor«) bauen werde.[104] Als Konstruktionsziel wurden folgende Parameter angestrebt:[105]

– Terminalspannung bis 10 MV.
– Energieschärfe besser als 5 keV bei Maximalenergie.
– Strahlströme 10-25 μA.
– Große Flexibilität für die Schwerionenbeschleunigung (C, N, O, F, Br, ...).

Zur besseren Nutzung der experimentellen Möglichkeiten sollte die Bedienung verbessert (Entwicklung in Richtung vollautomatischen Betriebs) und die Datensammlung beschleunigt werden (sowohl beim Datenfluß der Experi-

mente als auch bei den Beschleunigerparametern).

Der erste MP-Tandem wurde ab 1963 an der Yale University aufgebaut. Daneben lagen 1963 bereits drei weitere Bestellungen bei der HVEC vor (von der USAEC für die University of Minnesota, von der NSF für die University of Rochester und von der AECL für die Laboratorien in Chalk River).[106] 1964 erhielt die HVEC einen Auftrag der MPG und des BMwF zur Lieferung eines MP-Tandem an das Heidelberger MPI für Kernphysik. Als 1965 der MP-Tandem in Yale als erster in Betrieb ging, konnten Strahlparameter erreicht werden, die über die ursprünglichen Konstruktionsziele hinausgingen.[107] (siehe Anhang 21). 1966 wurden die MP-Tandems in Minnesota, Rochester und Chalk River in Betrieb genommen; im Frühsommer 1967 folgte der des Heidelberger MPI. 1969 waren fast fünfzig Tandembeschleuniger der verschiedenen Typen in Betrieb, davon über die Hälfte in USA.[108, 109] Der Tandembeschleuniger wurde zum »Arbeitspferd« der Schwerionen-Kernphysik.

1966 kündigte die HVEC an, daß sie einen TU (TransUran)-Tandem mit 20 MV Terminalspannung entwickeln wolle. In Verbindung mit einem verbesserten MP-Tandem sollten damit auch die schwersten Atomkerne auf kernphysikalische Energie (über 1450 MeV bei Uran) beschleunigt werden können. Die Inbetriebnahme des Geräts war für 1970 geplant.[110] Die Entwicklungsarbeiten wurden teilweise in Zusammenarbeit mit Physikern aus dem ORNL und dem MIT durchgeführt.[111] Doch gelang es bisher nicht, den TU-Tandem zu einer befriedigenden Funktion zu bringen. Das Funktionsprinzip des Tandembeschleunigers scheint mit den verbesserten Versionen des MP eine obere Grenze seiner Entwicklungsfähigkeit erreicht zu haben.

III.3.2.2 Hochfrequenz-Linearbeschleuniger

Am ersten Hf-Linearbeschleuniger für Schwerionen – dem HILAC in Berkeley und Yale – wurden während der 60er Jahre laufend Verbesserungen vorgenommen (siehe Anhang 21). Mehrfach wurde die Strahlintensität gesteigert; 1969 schließlich konnte die Endenergie variabel gemacht werden.

Ein der ursprünglichen Version des HILAC ähnlicher Hf-Beschleuniger mit fester Endenergie wurde 1958 in Charkow (UdSSR) in Betrieb genommen.[112] 1965 wurde in Manchester (England) ein Hf-Linearbeschleuniger fertiggestellt, dessen Strahlparameter denen des ursprünglichen HILAC sehr ähnlich waren, mit dem wichtigen Unterschied, daß die Endenergie bis zur Hälfte ihres Maximalwertes kontinuierlich variabel war.[113] Während der 60er Jahre gediehen mehrere Entwürfe für sehr anspruchsvolle universelle Schwerionen-Hf-Linearbeschleuniger zur Baureife (siehe Anhang 22).[114] Der fortgeschrittenste unter ihnen war der in Heidelberg entwickelte UNILAC.

III.3.2.3 Isochron-Zyklotrone

Das Isochron-Zyklotron mit kontinuierlich variabler Endenergie stand in den 60er Jahren im Mittelpunkt der Bemühungen zur Verbesserung von Teilchenbeschleunigern für die kernphysikalische Forschung. Dies wird deutlich an einer Serie internationaler Zyklotron-Konferenzen und der stürmischen Entwicklung von Leistungsfähigkeit und Anzahl der in der Welt vorhandenen Isochron-Zyklotrone. (Siehe Anhang 23) Dabei waren die USA qualitativ und quantitativ führend. Die Isochron-Zyklotrone von Berkeley (Inbetriebnahme 1961) und Oak Ridge (Inbetriebnahme 1962) waren für einige Jahre die fortgeschrittensten Geräte dieses Typs überhaupt. Die Verteilung der Isochron-Zyklotrone auf die nationalen nuclear physics communities war 1966 folgende:

Isochron-Zyklotrone 1966[115]

	In Betrieb	In Bau oder Planung
Welt	25	39
USA	9	20
UdSSR	3	5
England	4	2
Niederlande	4	1
BRD	1	4
Frankreich	2	1

Diese Isochron-Zyklotrone waren fast ausschließlich für die Beschleunigung leichter Ionen ausgelegt. Bei der Entwicklung von Isochron-Zyklotronen wurde vor allem eine Vergrößerung der Maximalenergie und der Strahlintensität bei leichten Ionen angestrebt. Innerhalb der internationalen nuclear physics community war nämlich das Interesse an einer Ausweitung des der traditionellen Leichtionen-Kernphysik zugänglichen Phänomenbereichs hin zu höheren Energien zunächst wesentlich größer als das Interesse an der Schwerionen-Kernphysik. Dementsprechend wurden speziell auf Schwerionen zugeschnittene Isochron-Zyklotrone erst mit zeitlicher Verspätung und zunächst auch weniger nachdrücklich entwickelt. (Siehe Anhang 22) Die Isochron-Zyklotrone von Berkeley und Oak Ridge waren zwar auch für die Beschleunigung von Schwerionen geeignet, doch wurden sie bis Mitte der 60er Jahre fast ausschließlich für kernphysikalische Experimente mit leichten Teilchen (Protonen, Deuteronen, Alphateilchen) benutzt.

Das erste speziell für Schwerionen-Kernphysik entworfene Isochron-Zyklotron wurde 1965 in Orsay in Betrieb gesetzt.

Ende der 60er Jahre lagen etwa 15 Entwürfe für universelle Schwerionenbeschleuniger größtenteils baureif vor, bei denen ein Isochron-Zyklotron als Nachbeschleuniger dienen sollte. (Siehe Anhang 22) Von diesen Entwürfen – 2/3 stammten aus den USA – sind wegen der hohen Kosten nur wenige gebaut worden bzw. im Bau.[116]

III.3.3 Forschungsprogramme und -resultate

Durch die an den beiden HILACs in Berkeley und Yale und den Schwerionen-Zyklotronen in Dubna und Moskau gegebenen Experimentiermöglichkeiten, vor allem aber aufgrund der Inbetriebnahme zahlreicher Tandembeschleuniger, machte die Schwerionen-Kernphysik nach 1958 rasche Fortschritte. Schon Anfang der 60er Jahre konnten die wesentlichen allgemeinen Merkmale der Schwerionen-Kernreaktionen – ihr semiklassischer Charakter und die Abhängigkeit des dominierenden Reaktionsmechanismus vom Stoßparameter (Drehimpuls) – als geklärt gelten.[117] Einige Reaktionstypen –

Coulombanregung, Ein-Nukleonen-Transfer, statistischer Zerfall von Hochspinzuständen – wurden experimentell und theoretisch bereits so gut beherrscht, daß man aus ihnen quantitative Kernstruktur-Informationen gewinnen konnte.[118]

Im allgemeinen jedoch beschränkte sich das gewonnene Wissen noch auf die qualitativen Aspekte. Die Schwerionenkonferenz III (Asilomar 1963) markierte eine Wende zu einer nachdrücklicheren detailliert quantitativen Erforschung der Schwerionen-Kernphysik.[119] Wegen des bis auf den heutigen Tag sehr unbefriedigenden Standes einer Reaktionstheorie für komplexe Kerne gestaltete sich der Fortschritt beim quantitativen Verständnis der Schwerionen-Kernreaktionen und hinsichtlich der aus ihnen zu gewinnenden Informationen zur Kernstruktur jedoch sehr schleppend und mühselig. Neue Erkenntnisse wurden in der Regel durch aufgrund apparativer Fortschritte ermöglichter Ausdehnung des Phänomenbereichs und präziserer Experimente unter Anwendung einfacher phänomenologischer Modelle gewonnen, kaum durch ein verbessertes theoretisches Verständnis eines experimentell schon »abgesuchten« Phänomenbereichs.

Im folgenden geben wir eine kurze Übersicht über die Entwicklung der international jeweils fortgeschrittensten Forschungsprogramme.

Die beiden HILACs in Berkeley und Yale sowie der EN-Tandem in Chalk River ermöglichten ab 1958/59 erstmals ein präzises Experimentieren mit komplexen Kernen, wie es in den traditionellen Bereichen der experimentellen Kernphysik mit ^{1}H, ^{2}H, ^{3}H, ^{3}He und ^{4}He-Projektilen schon lange üblich war.

In Berkeley und Yale wurden Experimente zu fast allen nur denkbaren Bereichen der Schwerionen-Kernphysik unternommen: Elastische und inelastische Streuung, Transferreaktionen, Compoundkernreaktionen, Kernspaltung, Coulombanregung, Kernchemie (Transurane, weit vom stabilen Tal entfernte Isotope).[120] Auch in Chalk River wurde zunächst ein sehr diversifiziertes Forschungsprogramm verfolgt, um – so die Aussage der Experimentatoren[121] – einen Überblick über die Möglichkeiten des EN-Tandembeschleunigers zu bekommen. Für die von den Experimentatoren eingeschlagene Forschungsstrategie dürfte das Bestreben eine wichtige

Rolle gespielt haben, die mit dem EN-Tandem seinerzeit gegebenen international einzigartigen und konkurrenzlosen Forschungsmöglichkeiten im ganzen »machbaren« Phänomenbereich schnellstens auszunutzen, um dabei mögliche Erstentdeckungen nicht der mit einem zeitlichen Abstand von etwa 1-2 Jahren ebenfalls mit EN-Tandems forschenden Konkurrenz in anderen Labors zu überlassen.

In Chalk River wurden folgende Teilchen bzw. Ionen beschleunigt: p, d, C, N, O, F, Cl, ...Innerhalb des Forschungsprogramms dominierte die Schwerionen-Kernphysik.[122] Dabei konzentrierte man sich ganz besonders auf die Präzisionsmessung der Anregungsfunktionen von Schwerionen-Kernreaktionen.[123] Die Anregungsfunktionen enthalten umfassende Informationen über die zugrunde liegende Kernreaktion; ihre Messung erfordert eine kontinuierliche und präzise Variation der Projektilenergie, die seinerzeit ausschließlich und erstmalig mit dem EN-Tandem möglich war. Aufgrund der in den Anregungsfunktionen für ^{12}C – ^{12}C-Streuung (elastische Streuung sowie einige Compound-Reaktionskanäle) gefundenen Strukturen wurde 1960 von der Chalk-River-Gruppe die Hypothese entwickelt, daß Atomkerne – wenn auch sehr kurzlebige – Moleküle bilden können[124] (in Analogie zu den Atommolekülen der Chemie). Dies kam völlig unerwartet und wurde in der internationalen nuclear physics community als sensationell empfunden.[125] Es kam zu zahlreichen experimentellen Bemühungen und theoretischen Spekulationen, die erst Ende der 60er Jahre eine weitgehende Klärung der Phänomene brachten.

Im Vereinigten Kernforschungsinstitut in Dubna und im Atomenergie-Institut in Moskau standen Schwerionenstrahlen zur Verfügung, die sich von denen in Berkeley/Yale und in Chalk River hauptsächlich darin unterschieden, daß die Energieauflösung wesentlich schlechter, die Strahlintensität aber wesentlich größer war.[126] Entsprechend den unterschiedlichen experimentellen Möglichkeiten verfolgte man in Dubna und Moskau ein anderes Forschungsprogramm, das sich hauptsächlich auf Transferreaktionen, Kernspaltungsexperimente und Kernchemie konzentrierte.[127] In Dubna wurde eine große Zahl wichtiger Erstentdeckungen gemacht. 1959 wurde dort z. B. ein simultaner Transfer

von mehreren Nukleonen beobachtet.[128] 1962 entdeckten Polikanov et al. spontan spaltende Isomere bei schweren Kernen[129]; im selben Jahr wurde erstmals ein Protonen-strahlendes Isotop erzeugt.[130] 1964 gelangen Flerov et al. die erste Erzeugung und der Nachweis des Elementes 104 (»Kurchatovium«).[131]

Der nächste größere Schritt in einen neuen Phänomenbereich wurde 1965 mit der Inbetriebnahme des ersten MP-Tandem in Yale und des ersten Schwerionen-Isochron-Zyklotrons in Orsay getan.

Nach 1965 wurde die Front der kernphysikalischen Schwerionenforschung vor allem durch den MP-Tandem bestimmt. Er ermöglichte, die bis dahin mit dem EN-Tandem gemachten Messungen zu höheren Energien hin fortzusetzen. Mit dem ersten MP-Tandem in Yale wurde unter Leitung von D. A. Bromley – er hatte nach 1959 der Chalk-River-Gruppe angehört, die als erste Schwerionenexperimente mit einem Tandembeschleuniger durchführte – ein umfassendes Forschungsprogramm angegangen.[132] Folgende Teilchen bzw. Ionen wurden beschleunigt: p, d, ^{3}He, C, N, O, S, Br, I.[133] Dabei stand die Leichtionen-Kernphysik im Vordergrund des Interesses. In der Schwerionen-Kernphysik wurde vor allem die Präzisionsmessung von Anregungsfunktionen für elastische Streuung bei höheren (mit dem EN-Tandem nicht erreichbaren) Energien durchgeführt. Dabei gelang es den Experimentatoren wiederum, wie schon 1959 in Chalk River, ihren zeitlichen Vorsprung bei den Experimenten in einem andernorts noch nicht zugänglichen Phänomenbereich für Erstentdeckungen zu nutzen. Aus Messungen der elastischen Streuung von ^{16}O an ^{16}O konnten sie den überraschenden und mit den sonstigen Vorstellungen über Aufbau und Wechselwirkung von Kernen zunächst nicht recht in Einklang zu bringenden Schluß ziehen, daß ein komplexer Kern u. U. weit in einen anderen Kern eindringen kann und dabei nur schwach absorbiert wird.[134] Die überlegenen Möglichkeiten des neuartigen Experimentiergerätes verschafften der Yale-Gruppe auf dem Gebiet der elastischen Streuung komplexer Kerne eine internationale Führungsposition; dies zeigte sich u. a. daran, daß auf der internationalen Schwerionenkonferenz 1969 in Heidelberg die Hälfte der zu diesem Thema vorgetragenen

Berichte aus Yale stammten.[135]

In Orsay wurden hauptsächlich Mehrteilchen-Transferreaktionen untersucht mit dem Ziel, spektroskopische Informationen über die dabei angeregten Kernzustände zu gewinnen.[136] Die Aussagekraft der Messungen war jedoch begrenzt durch den schlechten Entwicklungsstand einer Reaktionstheorie für komplexe Kerne. Die bis Ende der 60er Jahre vorliegenden Messungen gaben Veranlassung, Vorstellungen über starke 4-Teilchen-Korrelationen in Kernen (sogenannte »Quartette«), die bereits in den 30er Jahren eine wichtige Rolle gespielt hatten, in verfeinerter Form erneut aufzugreifen.

In dem Maße, wie aufgrund der Fortschritte in der Beschleunigertechnik immer schwerere Ionen auf kernphysikalische Energie beschleunigt werden konnten, wuchs in der nuclear physics community das Interesse an sogenannten »superschweren« Elementen. Dabei handelt es sich um gewisse – vorerst hypothetische – Elemente mit großen Kernladungszahlen (jenseits der Transurane), über deren mögliche Stabilität bereits in den 50er Jahren Spekulationen angestellt wurden.[137] In den 60er Jahren arbeiteten mehrere Forschergruppen in Ost und West an der theoretischen Vorhersage von Bildungsmöglichkeiten und Eigenschaften der superschweren Elemente. Seit Ende der 60er Jahre werden Experimente unternommen, um superschwere Elemente in der Natur (kosmische Strahlung, gewisse Minerale) aufzufinden oder labormäßig zu erzeugen – bisher ohne Erfolg.[138]

Die superschweren Elemente sind nicht nur im Hinblick auf die Erzeugung und Stabilität ihrer Kerne von (kernphysikalischem) Interesse. Wegen der großen Kernladung ($Z \approx 114$ bzw. 164) sind elektrische Felder bisher unerreichter Stärke zu erwarten, die sowohl für die Atomphysik als auch hinsichtlich der Quantenelektrodynamik starker Felder neue Möglichkeiten bieten und fundamentale Probleme aufwerfen. Theoretische Vorhersagen über die in sehr starken elektrischen Feldern auftretenden Effekte wurden seit 1967 von W. Greiner und Mitarbeitern an der Universität Frankfurt erarbeitet.[139] Deren experimentelle Überprüfung wird gegenwärtig am Super-HILAC in Berkeley und bei der GSI in Darmstadt vorbereitet; sie ist nicht an die unsichere Stabilität superschwerer Elemente geknüpft, da die vorausgesagten

Effekte auch beim Vorbeiflug zweier schwerer Kerne aneinander auftreten sollten.

1 Vgl. hierzu das vorläufige Arbeitsprogramm der GSI von 1972, Anhang 34.
2 Siehe: S. Groueff, *Projekt* . . ., a.a.O.,; R. Jungk, *Heller* . . ., a.a.O.
3 Nach L. Brandt, *Forschen* . . ., a.a.O., p. 491.
4 Weingart, *Die amerikanische* . . ., a.a.O., p. 110 ff.
5 Weingart, a.a.O., p. 101 ff.
6 R. B. Perkins, *U. S. Nuclear Physics Research Accelerators*, o. O., 1965.
7 Kapitel 1.1. und 1.2.
8 Kapitel 1.3.
9 Kapitel 2 und 3.
10 Unter »Paradigma« verstehen wir nach Kuhn (1963) (Thomas S. Kuhn, *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*, deutsch: Ffm 1967.) einen Komplex beispielhafter wissenschaftlicher Leistungen, die Selbstverständnis und Tätigkeit einer disziplinären scientific community bestimmen. Das Paradigma schreibt vor, was überhaupt als ein wissenschaftliches Problem und was als eine adäquate Lösung anzusehen ist.
Neuerdings hat Kuhn den Begriff »Paradigma« zu »Disziplinäre Matrix« erweitert und deren komplexe Elemente zu klassifizieren versucht. (Th. S. Kuhn, *Postscript 1969*. In: Weingart, *Wissenschaftssoziologie I*, a.a.O., p. 294 ff.)
11 Vgl. hierzu oben.
12 Siehe u. a. W. Walcher, *atw* 7/8 (1959) p. 274 ff.
13 Der in Kern- und Hochenergiephysik allgemein gebräuchliche Begriff »Target« entstammt der angelsächsischen Militärsprache und heißt soviel wie Ziel- oder Schießscheibe.
14 Charakteristische Eigenschaften, die die Qualität eines Detektors bestimmen, sind Energie-, Winkel- und Teilchenauflösung sowie die aufnehmbare Ereignisrate.
15 J. D. Cockcroft and E. T. S. Walton, *Proc. Roy. Soc.* (London) A *129* (1930) 477; A *137* (1932) 229; A *136* (1932) 610, 619.
16 E. Rutherford, *Phil. Mag. 21* (1911), p. 669.
17 J. Chadwick, *Nature 129* (1932) 312, *Proc. Roy. Soc.* (London) A *136* (1932) 692; W. Heisenberg, *Z. Phys. 77* (1932) 1; O. O. Ivanenko, *Nature 129* (1932) 798.
18 Siehe Anm. 10.
19 Hierbei wird von relativistischen Effekten und solchen Prozessen, bei denen die zusammengesetzte Struktur von Protonen und Neutronen und deren innere Anregung eine Rolle spielen, abgesehen.
20 Vgl. hierzu M. A. Preston, *Physics of the Nucleus*, Reading (Mass.) Palo Alto, London 1962, p. 145.
21 Diese Feststellung soll nicht implizieren, daß das Programm der Schwer-

ionen-Kernphysik mit einer »reduktionistischen« Forschungsstrategie einzulösen wäre.

22 Kuhn, *Die Struktur* . . ., a.a.O. – Als »normal science« bezeichnet Kuhn die systematische und kumulativ voranschreitende Erzeugung und Lösung wissenschaftlicher »Rätsel« (puzzles) auf der Grundlage umfassender und von einer disziplinären scientific community allgemein als verbindlich akzeptierter Paradigmen.

23 Unter »kernphysikalischer Energie« verstehen wir diejenige kinetische Energie, die einen Atomkern befähigt, die elektrische Abstoßung eines (schweren) Targetkerns zu überwinden (also eine Energie in der Größenordnung von 5 MeV/Nukleon).

24 Vgl. Kapitel III.3.2.3 und IV.2.4.

25 Siehe Anm. 23.

26 Siehe Anhang 20.

27 J. H. Fremlin, *Physica 22* (1956) 1091, 1099.

28 A. F. Hollemann, E. Wiberg, *Lehrbuch der Anorganischen Chemie*, Berlin 1964, p. 633 ff., p. 681.

29 Siehe Anhang 20.

30 G. Breit et al., *Phys. Rev. 87* (1952) 74.

31 Vgl. A. Zucker, *Ann. Rev. of Nucl. Sci. 10* (1960) 27; E. L. Hubbard, *Ann. Rev. of Nucl. Sci. 11* (1961) 419.

32 Diese Überlegungen waren angeregt durch die Untersuchung der beim ersten Wasserstoffbombentest 1952 entstandenen Isotope. – Vgl. J. A. Wheeler, *Nuclear fission and nuclear stability*. In: *Niels Bohr and the development of physics*, London 1955, p. 163 ff.

33 AEG (Hrsg.), *AEG – 10 Jahre* . . ., a.a.O., p. 43.

34 Siehe Anhang 20.

35 E. O. Lawrence and M. S. Livingston, *Phys. Rev. 40* (1932) 19; J. P. Blewett, in: E. U. Condon and H. Odishaw (eds.) *Handbook of Physics*, McGraw Hill 1967, p. 9-247 ff.

36 Siehe Anhang 20.

37 R. Jungk, *Heller* . . ., a.a.O., p. 243.

38 AEG (Hrsg.), *AEG – 10 Jahre* . . ., a.a.O., p. 41.

39 L. W. Alvarez, *Phys. Rev. 58* (1950) 192.

40 R. S. Livingston, *Schwerionenkonferenz V*, p. 498 (Zur Zitierweise der Schwerionenkonferenzberichte siehe Anhang 25. Anm. 1); E. L. Hubbard, *Ann. Rev. Nucl. Sci. 11* (1961) 419.

41 Livingston, a.a.O., p. 499; J. H. Fremlin, *Physica 22* (1956) 1091, 1099; E. L. Hubbard et al., *Rev. Sci. Instr. 32* (1961) 621.

42 Livingston, a.a.O.; Fremlin, a.a.O.; Berichte von der Amsterdam Nuclear Reactions Conference 1956, in: *Physica 22* (1956) 1190.

43 Fremlin, a.a.O.; *Schwerionenkonferenz I*, Session IV »Nuclear Chemistry«.

44 Bericht 136 von der Amsterdam Nuclear Reactions Conference, in: *Physica 22* (1956) 1192; *Phys. Rev. 89* (1953) 524.

45 A. Zucker, *Ann. Rev. of Nucl. Sci. 10* (1960) 27.

46 A. Zucker, in: *Congrès international de physique nucléaire*, Paris 1958, p. 129 ff.

47 H. L. Reynolds and A. Zucker, *Phys. Rev. 102* (1956), 1378.

48 A. Zucker, in: *Congrès international de physique nucléaire*, Paris 1958.

49 C. E. Porter, *Schwerionenkonferenz I*, p. 189 ff.
50 Zucker, a.a.O.; D. G. Alkhazov et al., *JETP* (USSR) *30* (1956) 809.
51 G. N. Flerov, *Schwerionenkonferenz I*, p. 384 ff.
52 E. L. Hubbard et al., *Rev. Sci. Instr. 32* (1961) 621.
53 Chemie-Nobelpreisträger 1951 für bahnbrechende Arbeiten über Transurane; in den 60er Jahren Präsident der US Atomic Energy Commission.
54 University of California Radiation Laboratory.
55 R. J. van de Graaff, *Phys. Rev. 38* (1931) 1919.
56 W. H. Bennett and P. F. Darby, *Phys. Rev. 49* (1936) 97, 422, 881.
57 L. W. Alvarez, *Rev. Sci. Instr. 22* (1951) 705; HVEC (Hrsg.), *Uranium Fusion*, Burlington 1967, p. 22.
58 M. H. Blewett, *Meth. of Exp. Phys.*, vol. 5 part. B, p. 580 ff.
59 Atomic Energy of Canada Ltd.
60 Proc. 2nd Accelerator Conference, Amsterdam 1960, Bericht von H. E. Gove.
61 *Phys. Rev. Lett. 1* (1958) 251.
62 L. H. Thomas, *Phys. Rev. 54* (1938) 580.
63 H. Neu, *Phys. Bl.* (1959) 88; siehe Anhang 23.
64 AEG (Hrsg.), *AEG – 10 Jahre* . . ., a.a.O., p. 43.
65 Von J. H. Fremlin, Physics Department der Universität Birmingham, England. – Vgl. *Physica 22* (1956) 1091.
66 Siehe Anhang 26.
67 Proc. Conf. on Reactions between Complex Nuclei, ORNL 2606, Oak Ridge (Tenn., USA) 1958 (= *Schwerionenkonferenz I*); siehe Anhang 25.
68 *Schwerionenkonferenz I*, p. 408.
69 Siehe Anhang 21 und 22.
70 *Schwerionenkonferenz V*, p. 500, HVEC (Hrsg.), *Uranium Fusion*, Burlington 1967, Table 2.
71 Siehe Anm. 108.
72 Siehe Anhang 25.
73 Vgl. hierzu die Beschleunigerpolitik in der BRD nach 1963; Kapitel II.6.2.1.
74 Eine wichtige Motivation hierbei war die Hoffnung, mit Hilfe schneller sehr schwerer Ionen superschwere Elemente jenseits der Transurane erzeugen zu können.
75 University of California Radiation Laboratory.
76 United States Atomic Energy Commission.
77 Lawrence Radiation Laboratory (ed.), *The Omnitron, a multipurpose accelerator, report to the USAEC*, Berkeley, July 1966 (UCRL – 16828).
78 Vgl. oben.
79 Vgl. *Schwerionenkonferenz V*, p. 491 ff.
80 Weingart, *Die amerikanische* . . ., a.a.O., p. 216 ff.; Rödel, *Forschungsprioritäten* . . ., a.a.O., p. 49 ff.
81 HVEC (ed.), *Uranium Fusion*, Burlington 1967, p. 1, 6.
82 R. M. Main, *Nucl. Instr. Meth. 97* (1971) 51.
83 Siehe Anhang 21.
84 Physics Today 1 (1972).
85 Siehe Anhang 21.
86 Siehe Anhang 21.
87 A. Zucker, *Nuclear Interactions of Heavy Ions*. In: *Ann. Rev. of Nucl. Sci. 10* (1960) 27.

88 Siehe Anhang 25.
89 Vgl. die Listen von Teilnehmern und Vortragenden bei den internationalen Schwerionenkonferenzen.
90 Siehe Anhang 26.
91 Vgl. *Schwerionenkonferenzen II-V.*
92 Vgl. *Schwerionenkonferenzen II-V.*
93 Vgl. Proceedings der verschiedenen Konferenzen (Kingston 1960, Paris 1964, Lysekil 1966, Tokio 1967, Aix-en-Provence 1972, München 1973).
94 Siehe Anhang 23.
95 G. N. Flerov und V. A. Karnaukhov, *Congrès international de physique nucléaire,* Paris 1964, p. 373 f.
96 H. E. Gove, *2. Internationale Beschleunigerkonferenz,* Amsterdam 1960. In: *Nucl. Instr. Meth. 11* (1961) 63; siehe auch: *3. Internationale Beschleunigerkonferenz,* Boston 1963. In: *Nucl. Instr. Meth. 28* (1964), verschiedene Beiträge.
97 K. W. Allen et al., *Nature 184* (1959) 303.
98 P. H. Rose (HVEC), *2. Beschleunigerkonferenz.* In: *Nucl. Instr. Meth. 11* (1961) 49.
99 Siehe oben.
100 *Nucleonics 21* (5) (1963) 52.
101 A.a.O. HVEC (Hrsg.), *Uranium Fusion,* Burlington 1967, p. 23.
102 Kommission der Europäischen Gemeinschaften (Hrsg.), *Teilchenbeschleuniger in den Ländern der Atomgemeinschaft,* Brüssel 1968.
103 R. B. Perkins, *US Nuclear Physics Research Accelerators,* o. O. 1965, p. 9 f.
104 D. A. Bromley, *Nucleonics 21* (5) (1963) 48.
105 *Nucleonics 21* (5) (1963) 52 ff.
106 A.a.O.
107 D. A. Bromley, *Proc. Int. Conf. Nucl. Structure,* Tokio 1967.
108 Etwa 50% der vorhandenen Tandembeschleuniger wurden überwiegend oder ausschließlich für die Leichtionen-Kernphysik verwendet.
109 R. S. Livingston, *Schwerionenkonferenz V,* p. 500; HVEC (Hrsg.), *Uranium* . . ., a.a.O., p. 24. – Davon waren 25 EN-Tandems, 13 FN-Tandems, 8 MP-Tandems; hinzu kamen einige wenige nicht von der HVEC gebaute Tandembeschleuniger.
110 HVEC (Hrsg.), *Uranium Fusion,* Burlington 1967; *Physics Today 9* (1967) 67 f.
111 *Schwerionenkonferenz V,* Berichte von L. Grodzins und von J. Shaw et al.; W. Ramler, *Arkiv för Fysik 36,* 4 (1966) 19, insbesondere p. 25 f.
112 *Proc. Int. Conf. High Energy Acc. and Instr.,* CERN, Genf 1959, p. 643 f.; Ch. Schmelzer und D. Böhne, *UNILAC-Bericht* 3-69, p. 38.
113 Schmelzer und Böhne, a.a.O.
114 Schmelzer und Böhne, a.a.O., p. 52.
115 *Proc. Conf. Isochr. Cycl,* Gatlinburg 1966.
116 Zu den neuesten Entwicklungstendenzen bei den Isochron-Zyklotronen siehe: *Cyclotrons 1972,* AIP Conference Proceedings No. 9.
117 *Schwerionenkonferenz II,* insbesondere E. P. Wigner's *Review of the Conference; Schwerionenkonferenz III,* insbesondere J. O. Rasmussen's *Conference Summary.*
118 Rasmussen, a.a.O., p. 449; G. N. Flerov, V. A. Karnaukhov, *Congrès international de physique nucléaire,* Paris 1964, p. 373 ff.; A. Zucker, *Physi-*

kertagung 1964 der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, p. 54 ff.

119 Rasmussen, a.a.O.; Flerov und Karnaukhov, a.a.O.

120 *Schwerionenkonferenz II.*

121 H. E. Gove, in: *Proc.* 2nd *Acc. Conf.*, Amsterdam 1960, *Nucl. Instr. Meth.* *11* (1961) 63.

122 A. E. Litherland, in: *Proc.* 3rd *Acc. Conf.*, Boston 1963, *Nucl. Instr. Meth.* *28* (1964) 55.

123 *Schwerionenkonferenz II*, p. 57 ff., 151 ff., 282 ff., 291 ff.

124 D. A. Bromley et al., *Phys. Rev. Lett.* *4* (1960) 365.

125 E. P. Wigner, *Review of the Conference.* In: *Schwerionenkonferenz II*, p. 305 ff., insbesondere p. 313; J. O. Rasmussen, *Conference Summary.* In: *Schwerionenkonferenz III*, p. 441 ff., insbesondere p. 447 f.

126 Siehe Anhang 21.

127 V. A. Karnaukhov, *Arkiv för Fysik* 36, 31 (1966) 255; *Schwerionenkonferenz III;* G. N. Flerov und V. A. Karnaukhov, *Congrès international de physique nucléaire*, Paris 1964, p. 373 ff.; G. N. Flerov, in: *Schwerionenkonferenz I*, p. 384 ff.

128 V. A. Karnaukhov et al., *JETP* *36* (1959) 764.

129 S. M. Polikanov et al., *JETP* *42* (1962) 1464.

130 V. A. Karnaukhov et al., in: *Schwerionenkonferenz III*, p. 434 ff.

131 G. N. Flerov et al., *Phys. Lett.* *13* (1964) 73.

132 Siehe Anhang 24.

133 D. A. Bromley, *Proc. Int. Conf. Nucl. Structure*, Tokio 1967, p. 250.

134 R. H. Siemssen et al., *Phys. Rev. Lett.* *17* (1967) 369.

135 *Schwerionenkonferenz V*, Session I.

136 Vgl. *Schwerionenkonferenz V*, p. 128; *Symposium on heavy ion reactions and many particle excitations*, Saclay (Frankreich) 1971, *J. de Physique* 32 (1971) Colloque C 6, supplément au n° 11-12 (verschiedene Beiträge aus Orsay).

137 J. A. Wheeler, *Nuclear fission and nuclear stability.* In: *Niels Bohr and the development of physics*, London 1955, p. 163 ff.; ders., *Phys. Rev.* *109* (1958) 126.

138 *Schwerionenkonferenz V*, Session VIII; W. Greiner, *Physik mit schweren Ionen – überschwere Elemente.* In: *Physikertagung 1969*, p. 354 ff.; B. Fink und J. A. Maruhn, *Überschwere Elemente und Schwerionenphysik.* In: *Forschung '73*, Frankfurt 1972, p. 98 ff.

139 Für diese Arbeiten sowie für Untersuchungen über die Stabilität superschwerer Elemente und über Kernspaltung wurde Prof. Greiner vom Institute of Physics in London der Max-Born-Preis 1974 verliehen. – Vgl. *FAZ*, 13. 3. 74.

IV. Die Entstehung der GSI[1]

IV. 1 Einführung

Die Gesellschaft für Schwerionenforschung mbH wurde am 17. 12. 69 durch den Bund und das Land Hessen mit Sitz in Darmstadt gegründet. Gegenstand des Unternehmens sind: »Die Errichtung und der Betrieb eines Schwerionenbeschleunigers, Forschungsarbeiten mit schweren Ionen auf den Gebieten Kernphysik, Kernchemie, Festkörperforschung, Strahlenbiologie und anderen Gebieten, für welche die Erforschung der Wirkung schwerer Ionen auf unbelebte und belebte Materie von Bedeutung ist.«[2]

GSI wird nicht im Hinblick auf die mögliche Anwendung der zu gewinnenden wissenschaftlichen Erkenntnisse errichtet (und wurde auch nie im Hinblick darauf ventiliert), sondern als »big science«-Institut für – vor allem kernphysikalische – Frontforschung und anspruchsvolle Nachwuchsausbildung. Die GSI errichtet in dem Dörfchen Wixhausen bei Darmstadt seit 1971 mit einem Kostenaufwand von über 200 Mio. DM den Großbeschleuniger UNILAC samt den zu Betrieb und Nutzung erforderlichen Einrichtungen und Gebäuden. Der UNILAC ist ein in der BRD entwickelter universeller Schwerionenbeschleuniger mit einstweilen international konkurrenzlosen Strahlenspezifikationen. Er wird in der Lage sein, alle in der Natur vorkommenden Atomkernsorten, auch die schwersten (^{238}Uran), auf die für die Einleitung von Kernreaktionen erforderlichen Energien zu beschleunigen. Damit eröffnet sich eine Vielzahl spektakulärer experimenteller Möglichkeiten in den Disziplinen Kernphysik und -chemie, Atomphysik, Elektrodynamik, Radiochemie, Biophysik und Festkörperphysik. Als Beispiel sei hier nur die Möglichkeit genannt, zwei Urankerne zu einem »Superkern« mit einem Atomgewicht nahe bei 500, doppelt so schwer wie die schwersten natürlichen vorkommenden Kerne, zu verschmelzen.

Bisher konnten in der BRD kernphysikalische Schwerionenexperimente nur an einigen bei der HVEC in USA »von der Stange« gekauften Tandembeschleunigern durchgeführt wer-

den.[3] Diese Geräte wurden jedoch vorwiegend für die »Leichtionen-Kernphysik« benutzt; lediglich am MPI für Kernphysik in Heidelberg wurden mit dem 1961 aufgestellten EN-Tandem und dem 1967 in Betrieb genommenen MP-Tandem in größerem Umfang Schwerionenexperimente durchgeführt.

Mit der Gründung der GSI trat eine Entwicklung in ihre entscheidende Phase, die vier unterscheidbare Wurzeln besitzt.

1. Die FEI-Politik des Bundes im Bereich Kernforschung/Kerntechnik.
2. Entwicklung von Forschungsgeräten, -programmen und -laboratorien in der internationalen nuclear physics community.
3. Initiativen von angewandten Physikern zur Entwicklung von Schwerionenbeschleunigern, deren anzustrebende Strahlparameter aufgrund der sich abzeichnenden kernphysikalischen Forschungsprogramme festgelegt wurden.
4. Initiativen von experimentellen und theoretischen Kernphysikern, die aufgrund ihres Wunsches nach experimentellen Hilfsmitteln für originelle Frontforschung die Institutionalisierung der Schwerionenforschung betrieben.

Der folgende Bericht über die Entstehung der GSI konzentriert sich auf die tatsächlichen ihr zugrundeliegenden Handlungszusammenhänge und Ereignisabläufe, auf wissenschaftliche und wissenschaftspolitische Tätigkeiten und Interessen der an ihr beteiligten Akteure. Kriminalistisch gesprochen: Die Schaffung der GSI ist das »Delikt«; wir fragen nach Tätern, Tathergang und Tatmotiven. Die Akteure bewegten sich in politischen und in wissenschaftlichen Zusammenhängen, die in den Teilen II und III unserer Studie behandelt worden sind. Wir haben diese Bezüge im folgenden nicht noch einmal an allen Stellen explizit gemacht, um den Bericht nicht unnötig zu befrachten und die in den Teilen II und III gegebenen Darstellungen zu verdoppeln; eine zusammenfassende Kennzeichnung der für die Entstehung der GSI relevanten und insgesamt sehr günstigen wissenschaftspolitischen und wissenschaftlichen Konstellationen gibt Teil I, eine tabellarische Übersicht Anhang 27. Interpretationen und Hypothesen zu einigen durch die dargestellten Prozesse berührten Aspek-

ten der Wissenschaftsentwicklung werden in Teil V entwikkelt. Wir stellen zunächst[4] Entstehung und Gang der für die GSI-Entstehung relevanten Beschleunigerentwicklungen dar. Anschließend[5] berichten wir über Entstehung und Gang der Institutionalisierungsinitiativen, die unmittelbar die GSI-Entstehung ins Rollen brachten. Hier gingen die entscheidenden Impulse aus von der Kernphysikalischen Arbeitsgemeinschaft Hessen (KAH), einer Gruppe von Kernphysikern hessischer Hochschulen. Daneben bemühte sich eine Gruppe von Kernphysikern des Kernforschungszentrums Karlsruhe um die Errichtung eines Schwerionenbeschleunigers.

Während die ab Anfang der 60er Jahre durchgeführten Beschleunigerentwicklungen wissenschaftspolitisch nach dem bei der »little science« üblichen Verfahren[6] initiiert, gefördert und gelenkt wurden, leiteten die auf »big science« gerichteten Institutionalisierungsinitiativen ab 1966 einen komplexen Planungs-, Beratungs- und Entscheidungsprozeß mit vielfältigen konzeptionellen Planungen ein, bei denen auch wissenschaftsexterne Gesichtspunkte eine wichtige Rolle spielten: Universitäten-Entwicklung hinsichtlich Forschung/Lehre; wissenschaftliche Infrastruktur der Atomwirtschaft und anderer Physiker »verbrauchender« Industrien; Standortfragen.

Wegen der durch die Wirtschaftskrise 1966/67 bedingten Finanzknappheit wurden die Beratungen über die Institutionalisierung der Schwerionenforschung im zentralen atompolitischen Lenkungsapparat zunächst nur schleppend in Gang gesetzt.[7] Sie traten erst im Sommer 1968 in ihre entscheidende Phase[8], wurden dann aber nochmals durch langwierige Auseinandersetzungen um den Standort des zu errichtenden Schwerionenbeschleunigers verzögert.[9] Die abschließenden Entscheidungen über Standort und Institutionalisierungsform wurden erst Ende Mai 1969 durch das Bundeskabinett getroffen; die Gründung der GSI erfolgte im Dezember 1969.[10]

Wir unternehmen im folgenden den Versuch, die Details des zur Entstehung der GSI hinführenden komplexen Ereignisgewebes zu rekonstruieren. Dabei richtet sich unser Interesse allerdings mehr auf die exemplarische Ermittlung von typischen Elementen wissenschaftspolitischer Prozesse als auf eine gleichgewichtige Darstellung aller in die GSI-Entstehung eingegangenen Vorgänge.

Bekanntlich wurde – und wird! – Wissenschaftspolitik in der BRD weitgehend in einer »black box« hinter verschlossenen Türen gemacht. Insbesondere ist die gesamte Tätigkeit des zentralen atompolitischen Lenkungsapparates »nicht öffentlich« und »vertraulich«.[11] Beratungsunterlagen und -ergebnisse sind gleichfalls »vertraulich«, und es gelang dem Verfasser trotz einflußreicher Fürsprache durch maßgeblich in den Gremien tätige Wissenschaftler nicht, vom BMBW bzw. BMFT die Erlaubnis zur Akteneinsicht zu bekommen. Trotz sehr bereitwilliger Hilfe vieler an Entstehung und Aufbau der GSI beteiligter Physiker sind daher unsere Informationen lükkenhaft geblieben.[12] Vieles gerade von den wichtigeren Vorgängen mußte aus mittelbaren Informationen gleichsam detektivisch erschlossen und rekonstruiert werden. Diese Umstände bedingen, daß die Darstellung nicht ausgewogen sein kann in dem Sinne, daß nur die wichtigen Ereignisse berichtet werden. Die Auswahl orientiert sich vielmehr an den überhaupt zugänglichen Informationen.
Der Entstehungsprozeß der GSI ist keine »lineare« Ereignisabfolge. Er besteht aus einem komplexen Geflecht von ineinandergreifenden und aufeinander bezogenen, nur zeitweise relativ unabhängig nebeneinander herlaufenden Teilprozessen, die in der Form der berichtenden Darstellung notwendigerweise künstlich voneinander getrennt werden. Die Fallstudie zur Entstehung der GSI soll die globale und schematisierende Darstellung der BRD-Kernforschungspolitik in Teil II durch eine konkrete »mikroskopische« Anschauung wissenschaftlicher und wissenschaftspolitischer Prozesse ergänzen. Es ist unvermeidlich, daß auf dieser Konkretionsebene die Akteure und ihre spezifischen, mehr oder weniger persönlich gefärbten Interessen und Beweggründe ein gewisses Eigengewicht gewinnen. Uns geht es jedoch nicht um die Verdienste oder Fehler der Beteiligten (wir wollen keine »Zensuren« austeilen), sondern um die strukturellen Aspekte ihres Zusammenwirkens in Wissenschaft und Wissenschaftspolitik.

IV.2 Die Entwicklung von Schwerionenbeschleunigern in der BRD[13]

IV.2.1 Der UNILAC

Christoph Schmelzer, der »Vater des UNILAC«, hatte an mehreren Projekten umfassende Erfahrungen hinsichtlich Konstruktion und Projektmanagement von Großbeschleunigern für wissenschaftliche Anwendungen sammeln können, ehe er 1958 die Idee entwickelte, einen universellen Schwerionenbeschleuniger zu konzipieren.

1949 hatte Bothe – der Erbauer des 1944 in Heidelberg fertiggestellten ersten deutschen Zyklotrons – Schmelzer gefragt, ob er bei der Umkonstruktion des Zyklotrons mitwirken wolle. Schmelzer war dazu bereit und warf die Frage auf, ob man das Gerät nicht gleich so modifizieren solle, daß auch schwere Ionen beschleunigt werden könnten.[14] Diese Anregung wurde von Bothe und Jensen[15] verworfen mit der Begründung, daß aufgrund des erreichten Standes der Kerntheorie die Zeit für Schwerionen-Kernphysik noch nicht reif sei. Schmelzer machte wesentliche Beiträge zum Umbau des Zyklotrons.[16] Bevor dieser jedoch 1956 abgeschlossen wurde, verließ Schmelzer Heidelberg und ging nach Genf zu CERN.

Bei CERN arbeitete Schmelzer als stellvertretender Projektleiter maßgeblich mit an der Errichtung des 30–GeV–Protonen-Synchrotrons, dem – neben zwei vergleichbaren Vorhaben in USA und der UdSSR – seinerzeit größten Beschleunigerprojekt der Welt.[17] Er war maßgeblich an den Initiativen zur Gründung von DESY beteiligt und wurde 1959 Vorsitzender von dessen Wissenschaftlichem Rat. Noch während seiner Tätigkeit bei CERN erhielt Schmelzer 1958 einen Ruf auf einen Lehrstuhl am neu zu errichtenden Institut für Angewandte Physik der Universität Heidelberg. Der Ruf nach Heidelberg gab Veranlassung zu Überlegungen über mögliche dort interessante Arbeitsgebiete. Schmelzer wäre sehr gerne biophysikalischen Fragestellungen nachgegangen, z. B. nichtlinearen biologischen Regelsystemen.[18] Aufgrund der sich in Heidelberg bietenden Kooperationsmöglichkeiten (mehrere physikalische Universitätsinstitute mit kernphysikalischer Ar-

beitsrichtung, MPI für Kernphysik) sowie wegen der insgesamt in Kernphysik und Hilfsdisziplinen zu erwartenden günstigen Arbeitsmöglichkeiten aufgrund der gezielten Unterstützung durch Förderungsprogramme des BMAt orientierte er sich jedoch auf die Entwicklung von Beschleunigern für die kernphysikalische Grundlagenforschung hin.[19] Den Anstoß für die Idee zur Entwicklung eines universellen Schwerionenbeschleunigers gaben Überlegungen von Wheeler u. a. über mögliche stabile superschwere Kerne mit $A \approx 300$[20], die, wenn überhaupt, nur mit Hilfe schneller schwerer Ionen zu erzeugen sein würden.[21] Die ersten Überlegungen über anzustrebende Strahlparameter und über den Typ des zu konzipierenden Beschleunigers stellte Schmelzer noch während seiner Tätigkeit bei CERN an.

Der Wunsch, superschwere Kerne experimentell erzeugen zu können, führte zu der Forderung, Kerne bis etwa $A = 100$ auf bis zu 6 MeV/A zu beschleunigen. Um die angestrebten Superkerne »kalt« erzeugen zu können, sollte die Endenergie kontinuierlich variabel sein. Angesichts dieses Anspruchs lag es nahe, gleich die Beschleunigung aller Ionen (»bis zum Uran«) auf kernphysikalische Energie[22] bei optimaler Strahlqualität anzustreben.[23/24] Da aus Ionenquellen nur niedrig geladene Schwerionen zu bekommen waren, sollten im Interesse einer effektiven Beschleunigung die Ionen während des Beschleunigungsvorganges auf höhere Ladungszustände gestrippt werden. Unter diesem Gesichtspunkt schieden Kreisbeschleuniger als Kandidaten aus, und Schmelzer analysierte die vorhandenen Varianten von Linearbeschleuniger-Prinzipien hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit für einen universellen energievariablen Schwerionenbeschleuniger.[25] Zu dieser Orientierung trug auch die seinerzeitige Inbetriebnahme der beiden Schwerionen-Linearbeschleuniger HILAC in Berkeley und Yale bei. Das erste Konzept eines Hochfrequenz-Schwerionenbeschleunigers und der Name UNILAC (= universal linear accelerator) entstanden 1959/60.[26] Zunächst war vorgesehen, den Beschleuniger aus ca. 250 einzeln gespeisten Einzelresonatoren aufzubauen. Dieses Konzept wurde später im Interesse einer praktikableren und betriebssichereren Lösung radikal vereinfacht[27] zugunsten einer Verwendung von »common field«-Strukturen (Wideröe, Alvarez).[28]

Ende 1960 trat Schmelzer die Stelle des Direktors des Instituts für Angewandte Physik in Heidelberg an. Er besaß zu dieser Zeit keinerlei bindende Zusagen für eine Finanzierung der geplanten UNILAC-Entwicklung. Aus persönlichen Kontakten mit maßgeblichen Physikern, die auch über wesentlichen Einfluß auf die wissenschaftspolitischen Entscheidungen im Bereich der Kernforschung und Hilfsdisziplinen verfügten (Gentner[29], Jensen, Paul, Heisenberg u. a.), wußte er jedoch, daß sein Konzept für sehr interessant und unterstützungswürdig gehalten wurde.[30]

Nachdem das Heidelberger MPI für Kernphysik 1961 einen EN-Tandembeschleuniger erhalten hatte, kam es zu einer engen Zusammenarbeit mit dem Institut für Angewandte Physik[31]; insbesondere Gentner unterstützte Schmelzers Arbeiten.[32]

Ab 1962 führten Schmelzer und Mitarbeiter Umladungsmessungen am EN-Tandem aus.[33] 1963 wurden von der noch sehr kleinen Gruppe erste theoretische Studien (Phasenstabilität im Beschleuniger, Fokussierungsprobleme) sowie erste experimentelle Untersuchungen von Ionenquellen durchgeführt. Ebenfalls 1963 entwickelten Schmelzer und Mitarbeiter ein Programm für die weiteren Studien zum UNILAC, welches Ende 1963 dem AK II/3 »Kernphysik« (damaliger Vorsitzender: Heisenberg) vorgelegt wurde. Nach Befürwortung durch den AK II/3 bewilligte das BMwF Mittel zur Bildung einer »Studiengruppe zum Bau eines Linearbeschleunigers für sehr schwere Ionen« am Institut für Angewandte Physik der Universität Heidelberg.[34/35] Diese kürzer als »UNILAC-Gruppe« bezeichnete Studiengruppe wurde 1964 mit zunächst 5 Mitarbeitern gegründet. Schmelzer legte von Anfang an großen Wert auf den Aufbau eines »projektorientierten technischen Stabes«[36]. Die Zahl der Mitarbeiter stieg in der Folgezeit kontinuierlich an. 1968 bestand die UNILAC-Gruppe aus 43 Mitarbeitern (12 Wissenschaftler (z. T. Doktoranden und Diplomanden), 5 Ingenieure, 16 Konstrukteure und Techniker, 6 Mechaniker und Monteure, 4 Bürokräfte); 1970 war sie auf 60 Mitarbeiter angewachsen.[37]

Die Arbeiten der UNILAC-Gruppe wurden auf dem gewöhnlichen Antrags- und Bewilligungsweg aufgrund entsprechender Empfehlungen des AK II/3 (ab März 1966: AK

II/1[38]) vom BMwF in großzügiger Weise gefördert. Die jährlich zur Verfügung gestellten Fördermittel überschritten Mitte der 60er Jahre die Millionengrenze und erreichten Ende der 60er Jahre einen Betrag von 2 Mio. DM. Die sehr positive Stellung des AK II/3 zum UNILAC-Projekt wird an folgender Stellungnahme aus dem Jahre 1965 ziemlich klar deutlich: »Von besonderem Interesse für das Studium der Kernstruktur sind Reaktionen mit schweren Teilchen. Mit den bisherigen Beschleunigern ist es wohl möglich, schwere Teilchen in einem gewissen Umfang zu beschleunigen. Ein Beschleuniger, der alle Nuklide, möglichst unter vollständiger Abstreifung der Elektronenschalen, derartig beschleunigen könnte, daß die Energie je Nukleon größer als 6 MeV ist, also größer als die Bindungsenergie eines Nukleons im Kern, würde der kernphysikalischen Forschung ganz neue Gebiete erschließen. Es ist daher sehr begrüßenswert, daß ein derartiger Beschleuniger entwickelt und auch gebaut wird.

Das Projekt (gemeint ist der UNILAC; K. P.) wird daher empfohlen.«[39]

Es gelang der UNILAC-Gruppe, zügig alle wissenschaftlichen, technischen und konstruktiven Probleme des UNILAC zu lösen. Schwerpunkte der Arbeit waren: Ionenquellen, Umladungsexperimente, Entwicklung des Hf-Systems, Fokussierung und Strahlführung, Injektor.[40] Verschiedentlich wurde mit anderen Beschleunigergruppen zusammengearbeitet; so u. a. mit der MURA-Gruppe in Stoughton (Wisconsin, USA) und der HILAC-Gruppe in Berkeley (Kalifornien, USA).[41] Als »Abfallprodukte« der Arbeit entstanden bis 1968 9 Dissertationen und 15 Diplomarbeiten; ihre Zahl wuchs in der Folge weiter an.[42]

Es wurden mehrere Strukturvorschläge für den UNILAC im Rahmen derselben Grundkonzeption ausgearbeitet; für einzelne Komponenten wurden Prototypen gebaut. Bereits 1966 waren alle Parameter des UNILAC ausreichend quantitativ faßbar, so daß Schmelzer dem BMwF in einem Memorandum[43] erstmals eine detaillierte Beschreibung des Beschleunigers mit einem Kostenvoranschlag vorlegen konnte. Die Kostenabschätzung – 20,5 Mio. DM für die Errichtung des Beschleunigers ohne Gebäude, Labors etc. – basierte im wesentlichen auf Angaben US-amerikanischer Herstellerfir-

men, da wegen der Neuartigkeit der Komponenten westdeutsche Firmen nicht in der Lage waren, verbindliche Angaben zu machen. Die Bauzeit für den UNILAC wurde auf 4 Jahre, die jährlichen Betriebskosten wurden auf 2,5 Mio. DM geschätzt.

1967 waren die Arbeiten so weit gediehen, daß Schmelzer auf einen baldigen Baubeginn drängte. Seine ursprünglichen Pläne, den UNILAC am Heidelberger MPI für Kernphysik zu errichten, ließen sich nicht verwirklichen. In den Jahren 1965-1967 wurde an diesem Institut ein MP-Tandem errichtet[44], und die Max-Planck-Gesellschaft war nicht bereit, sich an den Kosten für einen weiteren Großbeschleuniger zu beteiligen. Auch war bei einigen maßgeblichen Physikern des Heidelberger MPI das Interesse an der hauptsächlich qualitativ-phänomenologisch orientierten Schwerionen-Kernphysik gering; sie zogen die präzisere Leichtionen-Kernphysik vor.[45]

Schmelzer arbeitete daraufhin mit der KAH, einer Arbeitsgemeinschaft hessischer Kernphysiker, sowie mit interessierten Kreisen des Kernforschungszentrums Karlsruhe zusammen, die beide an der Institutionalisierung eines universellen Schwerionenbeschleunigers und dessen Nutzung für kernphysikalische Frontforschung interessiert waren.[46] Im August 1967 vereinbarte Schmelzer ein Vorplanungsverfahren für die Errichtung des UNILAC mit der Gutehoffnungshütte AG., Sterkrade.

Der Baubeginn des UNILAC verzögerte sich erheblich aufgrund eines langwierigen Planungs- und Entscheidungsverfahrens im zentralen atompolitischen Lenkungsapparat über Form und Standort einer Institutionalisierung der Schwerionenforschung in der BRD.[47] Während dieser Zeit wurde der UNILAC-Entwurf weiter ausgefeilt; mehrere Strukturvorschläge wurden erarbeitet, wobei es ab 1968 zu einer Zusammenarbeit mit der Frankfurter HELAC-Gruppe kam.

Im Juli 1970 fiel die Entscheidung über den zu bauenden Strukturtyp. Er entsprach weitgehend den schon 1966-68 vorgelegten Entwürfen. 1971 wurden die ersten Aufträge zum Bau von Komponenten des UNILAC an westdeutsche Industriefirmen erteilt. Anfang 1973 begann die Montage im Labor der GSI bei Darmstadt; der Versuchsbetrieb des kompletten UNILAC soll Frühjahr 1975 aufgenommen werden.

Eine Darstellung der physikalisch-technischen Eigenschaften des UNILAC würde den Rahmen der vorliegenden Studie sprengen; wir verweisen hierzu den interessierten Leser auf die einschlägige Fachliteratur.[48/49] Eine grobe Orientierung über Aufbau und charakteristische Parameter des UNILAC ist Anhang 29 zu entnehmen. Die beim UNILAC angewandten Beschleunigungsprinzipien sind allesamt konventionell; die Besonderheit besteht in ihrer sinnreichen komplexen Kombination unter Verwendung neuartiger Einzelkomponenten, deren Entwurf und Konstruktion eine Fülle von physikalischen, apparativen und technologischen Problemen aufwarf, und deren praktische Handhabung nur durch ein weitgehend automatisiertes Computer-gesteuertes Regelsystem gewährleistet werden kann.

Die durch den UNILAC ermöglichten Forschungsprogramme sind teilweise spektakulär und reichen in viele Disziplinen.[50]

IV.2.2 Der Wendelbeschleuniger

Der Wendelbeschleuniger ist ein Hochfrequenz-Linearbeschleuniger, bei dem die zur Beschleunigung der Teilchen dienenden elektromagnetischen Felder durch eine auf einem wendelförmig aufgewickelten Metallrohr laufende Hochfrequenzwelle erzeugt werden. Die Benutzung einer Wendelstruktur zur Teilchenbeschleunigung anstelle von zylindrischen Kavitäten wurde erstmals 1948 von W. Walkinshaw und K. Wyllie in einer wenig beachteten Publikation vorgeschlagen.[51] Unabhängig davon wurden entsprechende Vorschläge 1951 von K. Johnsen und H. Dahl[52] und 1955 von H. Dänzer[53] gemacht.[54] »Theoretische Untersuchungen von Johnsen[55] und einige Experimente in England[56] und Belgien[57] zeigten die prinzipielle Brauchbarkeit der Idee.«[58]

Bei CERN wurde daraufhin erwogen, im Einschußbeschleuniger für das 30–GeV–Protonen-Synchrotron[59] eine Wendelstruktur zu verwenden. Doch gelang es einer Arbeitsgruppe um K. Johnsen nicht, eine technisch brauchbare Lösung zu finden.[60] 1955 wurden die Bemühungen um die Wendel bei CERN aufgegeben; sie wurden dort erst 1967 wiederaufgenommen, nachdem durch umfassende For-

schungsarbeiten am Institut für Angewandte Physik der Universität Frankfurt[61] wichtige mit der Wendelstruktur verbundene physikalische und technische Probleme gelöst waren.[62]

Die Arbeiten an der Wendel im IAPF begannen 1957 unter Leitung des IAPF-Direktors Dänzer.[63] Eine erste Veröffentlichung erschien 1959.[64] In den folgenden Jahren wurden mehrere Diplom- und Doktorarbeiten über Probleme der Wendelbeschleunigung im IAPF angefertigt, die sich auch in einigen Veröffentlichungen niedergeschlagen haben.[65] Die Arbeiten waren sowohl theoretisch (Untersuchungen der Hochfrequenz-Eigenschaften der Wendel, diverse Detailprobleme; Erstellung von Entwurfstudien) als auch experimentell (Messungen an Modellen) ausgerichtet.

Die Arbeiten am IAPF wurden von einer kleinen Gruppe mit nur geringen Aufwendungen durchgeführt. Im wesentlichen standen nur die normalen Haushaltsmittel des IAPF zur Verfügung; kleinere Zuschüsse gab es von der DFG, später – auf dem bei der kernphysikalischen »little science« üblichen Antrags- und Bewilligungsweg[66] – auch vom BMwF. Angesichts der beschränkten personellen und finanziellen Möglichkeiten strebte die Frankfurter Gruppe zunächst nicht die Erarbeitung baureifer Beschleunigerentwürfe an. Es gelang ihr aber, im Laufe der Zeit die wesentlichen mit der Beschleunigung durch Wendelstrukturen verbundenen physikalischen und technischen Probleme zu lösen und eine günstige praktisch brauchbare Konstruktion für die Wendel zu entwickeln. Die erste experimentelle Beschleunigung von Teilchen (Elektronen) mit der Wendelstruktur wurde 1960 durch H. Klein im Rahmen einer Dissertation verwirklicht.[67] Klein spielte in der Folge eine maßgebliche Rolle in der Wendelentwicklung, insbesondere bei den – allerdings erst 1965 einsetzenden – Bemühungen, ein Konzept für einen Schwerionenbeschleuniger mit Wendelstrukturen auszuarbeiten.

Zunächst aber gingen alle Überlegungen nur auf die Beschleunigung von Protonen oder leichten Ionen. Eingehende theoretische Studien erwiesen, daß mit der Wendelstruktur eine effektive und wirtschaftliche Teilchenbeschleunigung im Geschwindigkeitsbereich zwischen 1,5% und 20% der Lichtgeschwindigkeit möglich ist (entsprechend Proto-

nenenergien zwischen 120 keV und 20 MeV).[68] Die IAPF-Gruppe entwickelte Konstruktionsbeispiele für Protonen-Wendel-Linearbeschleuniger, wobei sie versuchte, die Vorteile anderer Linearbeschleunigertypen (Tandem van de Graaff, Alvarez) miteinander zu vereinigen. In einer 1966 veröffentlichten Arbeit[69] wurden Konstruktionsbeispiele für einen Dauerstrich- und einen gepulsten Protonen-Wendel-Linearbeschleuniger formuliert, die Protonen von 2 MeV bis über 20 MeV bzw. bis über 30 MeV beschleunigen könnten. Bei guter Energieschärfe war die Endenergie kontinuierlich variabel; hohe Strahlstromstärken sollten erreichbar sein.

Die Überlegungen führten zu der Schlußfolgerung, daß der Wendelbeschleuniger gegenüber den herkömmlichen Beschleunigern eine Reihe von Vorteilen bietet. Wegen der rapiden Entwicklungsfortschritte bei den Isochron-Zyklotronen – Mitte der 60er Jahre konnten z. B. die Firmen AEG und Philips Isochron-Zyklotrone mit kontinuierlich variabler Endenergie und Maximalenergien oberhalb 50 MeV anbieten[70] – waren jedoch die Voraussetzungen für die baureife Weiterentwicklung des vergleichsweise »spät« kommenden Wendelbeschleunigers für Protonen denkbar schlecht, zumal die Isochron-Zyklotrone eine kostengünstigere Lösung darstellten.[71]

Ein 1965 von Schmelzer über sein UNILAC-Konzept gehaltener Seminarvortrag regte dann die Frankfurter Gruppe dazu an, die Eignung der Wendelstruktur zur Schwerionenbeschleunigung zu prüfen. Da die Wendel gerade in dem für Kernphysik mit Schwerionen interessanten Energiebereich von unter 200 keV/A bis über 20 MeV/A effektiv beschleunigt, schien sie sofort vielversprechende Möglichkeiten zu bieten. Diese Erwartung konnte durch die folgenden Arbeiten von Klein und Mitarbeitern in vollem Umfang verifiziert werden.

Die Erarbeitung eines Konzepts für einen Schwerionen-Wendel-Linearbeschleuniger konnte sich eng an die Vorarbeiten der Schmelzerschen UNILAC-Gruppe anlehnen. Von Details abgesehen mußten – bei vollständiger Beibehaltung des UNILAC-Grundkonzepts – lediglich die von Schmelzer zur Erzeugung der beschleunigenden elektromagnetischen Felder vorgesehenen Wideröe-, Alvarez- und Einzelresona-

tor-Strukturen durch Wendeln ersetzt werden. Bereits am 14. 11. 65 – also schon überraschend kurzfristig – konnte die IAPF-Gruppe einen »Vorschlag zum Bau eines Schwerst-Ionen-Beschleunigers mit variabler Endenergie in Form eines Wendellinearbeschleunigers« vorlegen.[72]

Der »Vorschlag [...]« teilte Aufbau und alle wesentlichen Parameter eines Wendellinearbeschleunigers mit (4 verschiedene, schon optimalisierte Strukturvarianten), der alle Ionen bis Uran auf Energien von mindestens 7 MeV/A beschleunigen könnte. Die Festlegung der Parameter konnte sich dabei schon auf erste Experimente an Modellen stützen und brauchte in späteren detaillierteren Untersuchungen (insbesondere Hochleistungsversuche) nicht mehr wesentlich abgeändert zu werden. Die Arbeiten an dem später »HELAC«[73] genannten Schwerionen-Wendel-Linearbeschleuniger wurden erst ab Ende 1966 intensiviert, als mit der Initiative der KAH[74] eine mögliche Perspektive für eine Realisierung und damit auch eine Nachfrage nach baureifer Durcharbeitung der Entwürfe entstand.

1967 erhielt die HELAC-Gruppe vom BMwF auf dem üblichen Antrags- und Bewilligungsweg[75] in voller beantragter Höhe 200 Tsd. DM Sachmittel für Hochfrequenzsender, Vakuumapparaturen u. ä., mit denen erstmals Wendel-Prototypen mit den für den HELAC in Aussicht genommenen realistischen Parametern und Betriebsbedingungen aufgebaut werden konnten. Die HELAC-Gruppe bestand zu dieser Zeit aus 7 Mitarbeitern.[76] (Zum Vergleich: Die UNILAC-Gruppe, deren Arbeiten unter umfassenderen Fragestellungen mit dem Ziel der Erarbeitung eines baureifen Entwurfs gemäß den Prioritäten des *2. AtP* bevorzugt gefördert wurden, verfügte 1967 über fast 10fach höhere jährliche Sachmittel und bestand aus ca. 40 Mitarbeitern.[77])

Die ab 1968 durchgeführten Experimente an den Prototypen unter realistischen Bedingungen ergaben zufriedenstellende Resultate: Die den Entwürfen zugrunde liegenden theoretischen Rechnungen konnten experimentell weitgehend verifiziert werden. Im Laufe des Jahres 1968 konnte die HELAC-Gruppe einen baureifen Entwurf für einen universellen Schwerionenbeschleuniger erarbeiten, der in seinen Strahlparametern weitgehend mit dem UNILAC identisch war.[78]

Noch gerade rechtzeitig zu den entscheidenden Beratungen und Beschlußfassungen über das Schwerionenprojekt im zentralen atompolitischen Lenkungsapparat, nämlich am 9. Oktober 1968, konnte sie einen ersten Bericht vorlegen, der detaillierte Kostenschätzungen und einen Zeitplan für den HELAC (mehrere Strukturvarianten) enthielt.[79/80] Ein ausführlicher Forschungsbericht, der im einzelnen den HELAC-Entwurf und die zugrunde liegenden theoretischen und experimentellen Studien erläutert, wurde Ende November 1968 von Klein als Habilitationsschrift vorgelegt.[81]

Der HELAC stieß in der nuclear physics community auf großes Interesse, besonders nachdem er durch einen Bericht auf der Schwerionenkonferenz V 1969 in Heidelberg einer größeren Fachöffentlichkeit vorgestellt worden war.[82] Seither wird an mehreren Stellen in der Welt an der Projektierung von Wendelbeschleunigern gearbeitet.[83]

Auf Anregung der zentralen atompolitischen Leitungsgremien kam es ab 1968 zu einer Zusammenarbeit von HELAC- und UNILAC-Gruppe, wobei verschiedene Strukturentwürfe für einen universellen Schwerionenbeschleuniger erarbeitet wurden, die sowohl Komponenten des UNILAC wie auch solche des HELAC enthielten.[84]

Im Juli 1970 fiel die Entscheidung, daß von der GSI eine reine UNILAC-Struktur gebaut werden soll[85]; erst in einer späteren Realisierungsphase wurden in dieses Konzept zwei Wendelelemente eingefügt.

Schon in der Habilitationsschrift von 1968 hatte Klein darauf hingewiesen, daß die Wendelstruktur auch günstig als Nachbeschleuniger an existierenden Tandembeschleunigern zu verwenden wäre. Hierzu wurden ab 1970 mit Unterstützung der GSI weitere Untersuchungen durchgeführt und detaillierte Vorschläge ausgearbeitet, die am MP-Tandem des Heidelberger MPI für Kernphysik verwirklicht werden sollten.[86] Dazu ist es bisher vorwiegend aus finanziellen und wissenschaftspolitischen Gründen nicht gekommen.[87]

IV.2.3 Der Pendelbeschleuniger

Der Pendelbeschleuniger ist ein »sehr origineller«[88] elektrostatischer Beschleuniger, dessen Funktionsprinzip 1963 von

G. Hortig (MPI für Kernphysik, Heidelberg) vorgeschlagen wurde.[89] Er stellt eine Erweiterung des Tandemprinzips[90] dar. Mit Hilfe »magnetischer Spiegel« werden die zu beschleunigenden Ionen so geführt, daß sie mehrfach eine feste Potentialdifferenz durchlaufen. Dabei passieren sie eine sinnreiche Anordnung von Gas- und Festkörperstrippern. Der Beschleunigungseffekt beruht darauf, daß schnelle schwere Ionen beim Durchgang durch feste Materie – aufgrund der höheren Stoßfrequenz – eine größere mittlere Ladung aufweisen als beim Durchgang durch Gas.

Dieses Phänomen war bereits seit 1949 bekannt.[91] Doch bedurfte es erst der technischen Realisierung des Tandemprinzips (1958)[92] und genauerer Messungen der Umladungen schneller schwerer Ionen in Materie[93], ehe der Ladungswechsel als Grundlage für einen Teilchenbeschleuniger angewendet werden konnte. Die 1963 von Hortig angegebenen Überschlagsrechnungen legten den Schluß nahe, daß das von ihm ersonnene Funktionsprinzip auch praktisch brauchbar sein würde.[94] Da im Pendelbeschleuniger die Hochspannung mehrfach durchlaufen wird, schien sich die Möglichkeit abzuzeichnen, auf sehr ökonomische und elegante Weise schwere Ionen auf hohe Energien zu beschleunigen.

Nach 1963 beschäftigte sich eine kleine Arbeitsgruppe um Hortig am MPI für Kernphysik in Heidelberg mit detaillierteren theoretischen und experimentellen Grundlagenstudien zum Pendelbeschleuniger. U. a. wurden am Heidelberger EN-Tandem, in Zusammenarbeit mit der UNILAC-Gruppe um Schmelzer, Umladungsmessungen durchgeführt.[95]

Die Ergebnisse der physikalischen Grundlagenstudien ließen den Pendelbeschleuniger in zunehmendem Maße als praktisch aussichtsreich erscheinen[96]; in der nuclear physics community wuchs das Interesse an diesem Beschleunigertyp. So wurde Hortig 1966 vom Vereinigten Kernforschungsinstitut in Dubna (UdSSR) eingeladen, über seine Arbeiten zu berichten. 1967 referierte Hortig auf der Physikertagung der DPG[97] über »Ein Pendelbeschleuniger für sehr schwere Ionen«.

Ab 1967 kam es zu einer Zusammenarbeit zwischen der Heidelberger Gruppe um Hortig und einer Studiengruppe an der Universität Freiburg. Das Physikalische Institut der Universität Freiburg hatte 1964 beim BMwF beantragt, Mittel für

einen Tandembeschleuniger »von der Stange« zu bewilligen. Dieser Antrag wurde entsprechend der allgemeinen Orientierung der Beschleunigerpolitik unterm *2. AtP*[98] abgelehnt; statt dessen empfahl der AK II/3 den Freiburgern, sich der Entwicklung origineller Schwerionenbeschleuniger zuzuwenden. Nachdem Anfang 1966 auch die Stiftung Volkswagenwerk abgelehnt hatte, den Freiburgern Mittel zum Kauf eines Tandembeschleunigers zu geben, nahmen sie Kontakt mit der Heidelberger Gruppe um Hortig auf. In mehreren Diskussionen versuchten sie zu klären, ob der Pendelbeschleuniger wirklich realisierbar und Entwicklung und Betrieb im Rahmen des Physikalischen Instituts der Universität Freiburg möglich sein würden. Man kam zu der sehr optimistischen Einschätzung, daß eine baureife Entwicklung des Pendelbeschleunigers innerhalb von zwei Jahren mit nur »geringen«[99] Kosten möglich sei. Daraufhin stellten die Freiburger Physiker Rössle und Schmidt am 14. 12. 66 einen Förderungsantrag beim BMwF. Sie beantragten Sach- und Personalmittel für eine Studiengruppe, die in Zusammenarbeit mit Hortig und mit Unterstützung des MPI für Kernphysik in Heidelberg den Pendelbeschleuniger baureif entwickeln sollte.

Der Antrag demonstriert die Wirksamkeit externer Steuerung wissenschaftlicher Aktivitäten: »Von verschiedener Seite wurde uns gesagt, daß man es nicht für zweckmäßig halten würde, in Deutschland zu viele gleichartige Tandembeschleuniger aufzustellen, daß aber die Entwicklung neuer Beschleuniger wesentlich größere Aussicht auf Erfolg haben werde. Auf diese Anregung wären wir schon früher eingegangen, wenn uns ein für unser Institut geeignetes Projekt bekannt gewesen wäre.«[100] Auch der obligatorische Hinweis auf die Industrie wurde nicht vergessen: »Bei der neuartigen Entwicklung und der Lieferung wird die deutsche Industrie wesentlich beteiligt werden müssen.«[101]

Im Januar 1967 befürwortete der AK II/1 »Physik« die Pläne der Freiburger, wobei er besonders die von der Stripper-Entwicklung zu erwartenden interessanten Ergebnisse betonte. Aufgrund der Empfehlung des AK II/1 erhielten die Freiburger Mittel für eine Studiengruppe, die ab 1967 kontinuierlich arbeitete. Das BMwF stellte – aufgrund jährlicher durch den AK II/1 bewilligter Förderungsanträge – Mittel für etwa 3

Personalstellen sowie für Testbauten zur Verfügung. Anträge der Freiburger auf umfangreichere Mittel wurden entsprechend gekürzt.

Die Ende 1973 ausgelaufenen Fördermittel waren so bemessen, daß in Zusammenarbeit Freiburg–Heidelberg die physikalischen und technischen Einzelprobleme (Ionenquellen, Strahlführung, Stripperaufhängung) aufgenommen und – wenn auch nur schleppend[102] – gelöst werden konnten. Die Erarbeitung baureifer Entwürfe allerdings konnte in diesem Rahmen nicht erfolgen. Sie wurde von den Bewilligungsinstanzen auch nicht angestrebt.[103/104] Zwar wurde der Pendelbeschleuniger auch vom AK II/1 für sehr interessant gehalten. Er kam aber offenbar »zu spät« gegenüber dem UNILAC, der bereits einige Jahre länger gefördert worden war, und zwar mit jährlichen Mitteln, die etwa eine Größenordnung höher waren.

IV.2.4 Isochron-Zyklotrone

Das erstmals 1958 technisch realisierte Isochron-Zyklotron[105] besaß ein sehr großes Entwicklungspotential für die Beschleunigung leichter und schwerer Ionen unterschiedlichster spezifischer Ladung bis in den relativistischen Energiebereich.[106] In der BRD wurde seit 1956/57 an der Entwicklung von Isochron-Zyklotronen gearbeitet.[107] Dabei stand – wie bei den entsprechenden Entwicklungen im Ausland – das Erreichen hoher Energien bei leichten Teilchen im Vordergrund des Interesses gegenüber der Beschleunigung schwerer Ionen. Für diesen Umstand war sowohl von Bedeutung, daß viele Kernphysiker mehr an Experimentiermöglichkeiten mit leichten Teilchen bei höheren Energien als an der Schwerionen-Kernphysik interessiert waren, als auch die Tatsache, daß die Schwerionenbeschleunigung technisch schwieriger zu verwirklichen ist.

Auch in einer späteren Phase sind die Arbeiten für Schwerionen-Isochron-Zyklotrone in der BRD niemals über das Stadium von »Machbarkeitsstudien« hinausgelangt und wurden Anfang der 70er Jahre ganz eingestellt. Dennoch sind sie im Zusammenhang der vorliegenden Studie von besonderem Interesse, weil sie als einzige der verschiedenen in der BRD unternommenen Bemühungen zur Entwicklung neuartiger

(Schwerionen-)Beschleuniger im industriellen Rahmen stattfanden, nämlich bei der AEG. Ende 1956 begann die AEG in ihrem Forschungsinstitut in Frankfurt mit dem Aufbau eines Teams von Wissenschaftlern und Ingenieuren zur Entwicklung von Isochron-Zyklotronen.[108] »Bereits im November 1957 konnte die AEG dem [...] Ausschuß Hochenergiebeschleuniger (des AK II/3 »Kernphysik«) der DAtK [...] fünf Vorschläge zur Realisierung eines relativistischen Festfrequenzzyklotrons unterbreiten.«[109] Einer dieser Vorschläge wurde vom AK II/3 »zum Bau auf dem Gelände der GfK in Karlsruhe ausgewählt«[110].

Im Jahre 1958 – während das von der niederländischen Firma Philips gebaute erste Isochron-Zyklotron der Welt in Betrieb genommen wurde – nahm eine Arbeitsgruppe unter Leitung von K. Steimel bei der AEG die Entwicklungsarbeiten für das Karlsruher Isochron-Zyklotron auf.[111]

Während der 60er Jahre erhielt die AEG auf Empfehlung des AK II/3 »Kernphysik« noch weitere Aufträge und Mittel vom BMwF für Entwicklung, Projektierung und Bau von Isochron-Zyklotronen. Die tatsächlich verwirklichten Projekte und ihre wichtigsten Daten sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Isochron-Zyklotrone der AEG[112]

Ort	Auftrag	Inbetriebnahme	Energie (Teilchen) in MeV	Strahlstrom in μA
KFZ Karlsruhe	1958	1962/64	f[113] 50 (d), 100 (α)	100 (i[114]), 10 (e[114])
KFA Jülich	1964	1968/69	v[113] 45-90 (d)	50 (i[114]), 10 (e[114])
Uni Bonn[115]	1965	1968	v[113] 14-28 (d)	50 (i[114]), 10 (e[114])

Die Entwicklungsfortschritte erlaubten, höhere und variable Endenergien zu erreichen, wobei gleichzeitig der Bereich der zu beschleunigenden spezifischen Ladungen vergrößert werden konnte. Die wichtigsten dabei von der AEG neu erschlossenen Bereiche technischen know how's waren » [...] die Entwicklung der theoretischen Grundlagen zur Behandlung der Bahndynamik, die Realisierung von komplizierten Magnetfeldkonfigurationen von hoher Präzision, spezielle Probleme im Bereich der Hochfrequenztechnik im 20-40 MHz-Bereich

sowie der Hochvakuumtechnik, [...] die Erstellung von hochbelastbaren Spulenisolierungen mit guter Strahlenresistenz [...]«.[116] [117]

Die Firma Philips und verschiedene US-amerikanische Gruppen hatten Ende der 50er Jahren bei den Isochron-Zyklotronen noch einen erheblichen Entwicklungsvorsprung vor der AEG. Doch ab Mitte der 60er Jahre war die AEG in der Lage, Isochron-Zyklotrone für die Beschleunigung auch von schweren Ionen sowie von Protonen auf Energien von mehreren hundert MeV zu projektieren;[118] Geräte also, die – wenn entsprechende Bauaufträge erteilt worden wären – zum Zeitpunkt ihrer Inbetriebnahme dem fortgeschrittensten »Weltstandard« entsprochen hätten.

Die AEG war seit Anfang der 60er Jahre an Vorarbeiten für ein 450 MeV-Zyklotron-Projekt der ETH[119] Zürich beteiligt.[120] 1966 verfolgte sie u. a. die Idee eines Vier-Sektoren-Isochron-Zyklotrons mit Einschuß-Tandem zur Schwerionenbeschleunigung. Im selben Jahr stellte sie auf Anfrage von E. Schopper[121] Machbarkeitsstudien an für ein Isochron-Zyklotron für Protonenenergien bis etwa 150 MeV und/oder schwere Ionen mit bis zu 6 MeV/A Endenergie im Massenbereich bis etwa A = 40. Die AEG sah sich technisch durchaus in der Lage, solche Geräte zu projektieren und zu bauen; für das von E. Schopper angeregte Isochron-Zyklotron gab sie sogar eine Kostenschätzung ab (18-20 Mio. DM).[122] Doch blieben Aufträge aus, weil mittlerweile andere an Hochschulen durchgeführte Entwicklungen von Schwerionenbeschleunigern schon einen fortgeschritteneren Stand erreicht hatten und aufgrund der begrenzten staatlichen Fördermittel für die kernphysikalische Frontforschung auch nur eine begrenzte Nachfrage nach Beschleunigern von der westdeutschen nuclear physics community ausgeübt werden konnte.

Ende der 60er Jahre entwickelte die AEG gemeinsam mit dem Sektor Kernphysik des HMI[123] Berlin einen Vorschlag für »eine Zyklotron-Kombination zur Beschleunigung schwerer Ionen«[124]. Dieser Vorschlag wurde vom AK II/1 »Physik« sowie einer eigens zur Begutachtung der künftigen Aufgabenstellung des HMI gebildeten Wissenschaftler-Kommission geprüft und für zu kostspielig angesehen; die Kommission regte daher an, als Alternative die Erweiterung des bestehen-

den 7–MeV–van–de–Graaff-Beschleunigers durch nur ein Zyklotron zu projektieren.[125] Daraus ging das Projekt VICKSI[126] hervor. Dieses wird gegenwärtig vom HMI in Zusammenarbeit mit der schwedischen Firma Scanditronix verwirklicht, da die AEG seit Mitte 1971 den Vertrieb von Beschleunigern eingestellt hat.[127] Maßgebend für diese Entscheidung der AEG war die Tatsache, daß »der durchweg erzielte technische Erfolg nicht verbunden (war) mit einem ähnlichen kommerziellen Erfolg«[128]. Neben den Frontforschungsgeräten hatte die AEG auch ein kleineres sogenanntes »Kompakt-Zyklotron« entwickelt, welches vor allem in der medizinisch-biologischen Forschung, daneben auch für bescheidenere Ansprüche in Kernphysik und Chemie Anwendung finden sollte.[129] Doch »zeigte eine Marktanalyse, daß der Markt für Kompakt-Zyklotrone, deren Vertrieb als Serienprodukt ins Auge gefaßt worden war, in naher Zukunft gesättigt ist«[130].

Von seiten der westdeutschen Industrie wird gern darauf hingewiesen, daß – besonders in Elektro- und Chemieindustrie – unter den führenden Managern aus den Naturwissenschaften hervorgegangene Leute wesentlich stärker vertreten seien als im europäischen Ausland. Dank dem Engagement dieser Männer mache die Industrie sehr große FEI-Anstrengungen und treibe so Wissenschaft und Technik voran. Wie die Einstellung des Vertriebs (und damit natürlich auch der Entwicklung und Fertigung) von Beschleunigern durch die AEG 1971 zeigt, sind für die Unternehmenspolitik letztlich aber allein Gesichtspunkte profitabler Kapitalverwertung maßgebend. Bei aller unleugbaren Relevanz des Engagements führender Manager für FEI werden deren Handlungsmöglichkeiten ihnen letztlich doch durch Profitüberlegungen begrenzt und aufgezwungen. In diesem Sinne ist die privatkapitalistische Organisationsform also durchaus als Hemmschuh für eine wissenschaftlich-technisch an sich mögliche Produktivkraftentwicklung anzusehen: Gewisse (z. B. nicht marktgängige) Technologien können nur im staatlichen non-profit-Sektor entwickelt werden.

IV.3 Die Initiative der KAH[131] zur Errichtung eines Schwerionenbeschleunigers

Zu der Zeit, als die UNILAC-Entwicklung sich dem Stadium der Baureife näherte – in den Jahren 1966/67 –, entstanden mehrere Initiativen zur Errichtung eines Labors für kernphysikalische Schwerionenforschung, dessen Herzstück der UNILAC bzw. ein ihm hinsichtlich der Strahlparameter vergleichbares Gerät sein sollte. Diese Initiativen gingen aus von experimentellen und theoretischen Kernphysikern, die an einer Nutzung der durch den UNILAC zu eröffnenden experimentellen Möglichkeiten und an der Bearbeitung von theoretischen Problemen der Kernphysik mit Schwerionen interessiert waren. Die ersten und wichtigsten Anstöße kamen seit dem Herbst 1966 von einer Arbeitsgemeinschaft von Kernphysikern hessischer Hochschulen.[132] Ausgangspunkt war das Streben mehrerer Ordinarien für Kernphysik, dem international fortgeschrittensten Standard von Beschleunigerprojekten und Forschungsprogrammen in der Niederenergie-Kernphysik entsprechende Großgeräte für Forschung und Ausbildung im universitären Rahmen zu beschaffen. Ihre Bemühungen erhielten ab Oktober 1967 eine gewichtige Konkurrenz durch eine Gruppe von Kernphysikern des Kernforschungszentrums Karlsruhe.

Wir berichten im folgenden über Entstehung und Gang der Institutionalisierungsinitiativen bis zum Jahresende 1967. Dieses Datum ist ein natürlicher Einschnitt im Entstehungsprozeß der GSI: Im November/Dezember 1967 fiel mit der Verabschiedung des *3. AtP* durch DAtK und Bundeskabinett die grundsätzliche Entscheidung, daß in der BRD ein universeller Schwerionenbeschleuniger errichtet werden soll. Die 1968/69 anschließende Phase extensiver und langwieriger Beratungs- und Entscheidungstätigkeit im zentralen atompolitischen Lenkungsapparat über Form und Standort der Institutionalisierung von Schwerionenforschung in der BRD wird in den Kapiteln IV.5 ff. dargestellt.

IV.3.1 KAH: Entstehung – Mitglieder

Die KAH entstand im August 1966 aufgrund einer Initiative von Erwin Schopper, dem Direktor des IKF[133], im Zusam-

menhang verschiedener, bereits seit 1964 unternommener Bemühungen, dem IKF einen Beschleuniger für die kernphysikalische Frontforschung zu verschaffen.

Das IKF hatte 1958 einen kleinen Forschungsreaktor (50 kW) und 1961 einen 5,5–MeV–van–de–Graaff-Beschleuniger der HVEC erhalten. Diese Forschungsgeräte boten zwar zunächst durchaus interessante wissenschaftliche Möglichkeiten; allerdings repräsentierten sie bereits zum Zeitpunkt ihrer Installierung keineswegs die Spitze des damaligen »Weltstandards«. Es handelte sich um im Rahmen der anfänglichen Breitenförderung des BMAt beschaffte Geräte, die beitragen sollten, westdeutschen Wissenschaftlern wieder den Anschluß an ihre Kollegen in den führenden westlichen Industrieländern zu verschaffen. Schon bald war absehbar, daß wissenschaftlich wirklich interessante Fragestellungen mit diesen Geräten wegen der Beschränktheit des durch sie zugänglichen Phänomenbereichs zunehmend weniger bearbeitet werden konnten. Ihre Nutzung konzentrierte sich mehr und mehr auf die Ausbildung fortgeschrittener Physikstudenten, nämlich die Anfertigung von Diplom- und – dies schon in geringerem Maße – Doktorarbeiten.

Als zukunftsträchtigere kernphysikalische Forschungsgeräte kamen (und kommen) – abgesehen von speziellen Reaktortypen wie z. B. dem Höchstflußreaktor im ILL[134] – ausschließlich fortgeschrittenere Teilchenbeschleuniger in Betracht, und zwar entweder für höhere Energien oder für schwerere Ionen.[135] Bei der Umfrage des Beschleunigerausschusses des AK II/3 von 1964[136] meldete Schopper den Wunsch nach einem Isochron-Zyklotron für die Beschleunigung leichter Ionen mit einer Endenergie von 30-50 MeV für Protonen an. Ein solches Gerät hätte man seinerzeit von der AEG aufgrund des von ihr erreichten Standes der Isochron-Zyklotron-Entwicklung relativ problemlos beziehen können.

Im Auftrage des AK II/3 teilte Walcher, der damalige Vorsitzende des Beschleunigerausschusses des AK II/3, im Juni 1965 daraufhin Schopper mit, daß – entsprechend der allgemeinen Orientierung der Beschleunigerpolitik unterm *2. AtP*[137] – weniger handelsübliche Beschleuniger gekauft, als vielmehr neue Geräte entwickelt werden sollten. Daraufhin modifizierte Schopper seine ursprünglichen Pläne. Er

besuchte mehrere internationale Beschleunigerkonferenzen, u. a. im Mai 1966 die 4. Internationale Konferenz über Isochron-Zyklotrone in Gatlinburg (USA)[138], um sich aus erster Hand über den international fortgeschrittensten Standard von Beschleunigerprojekten und Forschungsprogrammen in der Niederenergie-Kernphysik zu informieren.

Im Sommer 1966 nahm Schopper Kontakt zum AEG-Forschungsinstitut in Frankfurt-Niederrad auf, um die Möglichkeiten zum Bau eines Isochron-Zyklotrons für Protonen wesentlich höherer Energie ($\approx$ 150 MeV) und/oder schwere Ionen mit bis zu 6 MeV/A Endenergie im Massenbereich bis etwa A = 40 zu erkunden. In einer ersten im August 1966 abgegebenen Stellungnahme schätzte die AEG – u. a. nach Rücksprache mit Schmelzer – die Möglichkeiten zur Lösung der durch diese Anforderungen aufgeworfenen apparativen Probleme (insbesondere: hohes erforderliches Vakuum, der nötige hohe Ionisationsgrad, starke Magnetfelder) optimistisch ein. Daneben stellte Schopper Überlegungen an, einen Tandembeschleuniger höherer Energie zu errichten. Am IKF stand die Berufung von Prof. H. J. Rose (Oxford) zur Diskussion. Dieser besaß enge Verbindungen zu einer Beschleuniger-Entwicklungsgruppe in Harwell, die an Plänen zum Bau eines »Super-Tandem« arbeitete. Schopper und Rose diskutierten die Möglichkeit, am IKF in Zusammenarbeit mit der Harwell-Gruppe einen »Super-Tandem« zu errichten und zu betreiben. All diese Überlegungen blieben zunächst beschränkt auf künftige Perspektiven für das IKF. Die hohen Kosten für die zu kernphysikalischer Frontforschung erforderlichen neuartigen Beschleuniger sowie der zu ihrer Errichtung und Nutzung erforderliche wissenschaftliche und personelle Aufwand legten dann aber eine Kontaktaufnahme mit Kernphysikern benachbarter Hochschulen nahe, die ebenfalls an modernen kernphysikalischen Forschungseinrichtungen interessiert waren.

Im Juli 1966 sprach Schopper mit Walcher über die Möglichkeit, einen größeren Beschleuniger als ein Universitäten-Kooperationsprojekt aufzubauen. Walcher stand dieser Anregung sehr positiv gegenüber; er wollte allerdings noch kein bestimmtes Projekt favorisieren, sondern eine offene Diskussion über die sich bietenden Möglichkeiten. Schopper lud die

Kernphysiker der Universität Marburg (Walcher, Bock), der TH Darmstadt (Beck, Brix, Kankeleit) und der Universität Frankfurt (Greiner, Dänzer als Repräsentant der HELAC-Gruppe) für den 9. 8. 66 brieflich ins IKF ein zu einer Besprechung über ein Universitäten-Kooperationsprojekt Beschleuniger. Die Gießener Kernphysiker wurden nicht eingeladen, da in Gießen gerade ein größerer Elektronenbeschleuniger (60 MeV, geliefert von der französischen Firma CSF) aufgebaut wurde; eine Gießener Beteiligung an einem neuen größeren Projekt wäre daher taktisch unklug gewesen. Die am 9. 8. 66 erstmals über ein Universitäten-Kooperationsprojekt konferierende Gruppe hessischer Kernphysiker – sie bezeichnete sich zunächst als »Arbeitsgemeinschaft hessischer Kernphysiker«, später als »Kernphysikalische Arbeitsgemeinschaft Hessen«, abgekürzt »KAH« – entwickelte in der Folgezeit eine rege forschungsplanerische und wissenschaftspolitische Aktivität. Von dieser Gruppe – zu deren anfänglichem Kern im Laufe der Zeit noch weitere Kernphysiker von Hochschulen aus der Umgebung des Rhein-Main-Gebietes hinzutraten – gingen die entscheidenden Impulse zur Institutionalisierung der Schwerionenforschung in der BRD aus. Die KAH erörterte mögliche und existierende Beschleunigerkonzepte und mögliche Forschungsprogramme. Sie entwickelte ein Konzept für ein als Universitäten-Kooperationsprojekt zu errichtendes und zu nutzendes kernphysikalisches Laboratorium, dessen Zentrum ein universeller Schwerionenbeschleuniger sein sollte. Sie diskutierte taktische Fragen der Verwirklichung dieses Konzepts und wurde an vielen Stellen initiativ, um ihre Vorstellungen zu realisieren.

Die Bemühungen der KAH waren erfolgreich: Standort und Nutzungsmöglichkeiten der GSI entsprechen weitgehend den von ihr vertretenen Wünschen und Interessen.

IV.3.2 KAH: Entwicklung eines Konzepts für Forschungsprogramme, Forschungsgeräte, institutionelle Formen

Auf der ersten Sitzung der KAH am 9. 8. 66 tauschten die Anwesenden – Schopper, Greiner, Walcher, Bock, Beck, Brix, Kankeleit[139] – ihre Ideen und Vorstellungen über mögliche attraktive kernphysikalische Forschungsprogramme (Kern-

physik mit Schwerionen oder mit höherenergetischen Protonen von etwa 150 MeV) und hinsichtlich verschiedener zu deren Durchführung erforderlicher origineller Beschleunigerkonzepte aus (»Super-Tandem«; verschiedene Versionen von Zyklotronen, u. U. mit Injektor).

Auf der nächsten Sitzung – am 1. 10. 66 – wurde zunächst ein Grundsatzbeschluß gefaßt, daß man nicht einen Beschleuniger konventionellen Typs kaufen, sondern ein selbst zu entwerfendes Konzept für eine originelle »Maschine« in einer noch zu bestimmenden Form der Kooperation mit Industriefirmen verwirklichen wolle. Man einigte sich darauf, in künftigen gemeinsamen Besprechungen ein Konzept für einen Beschleuniger zu entwickeln, der bei seiner Fertigstellung mit an der »Front physikalischer Forschung« liegen solle. Zu dem Zweck sollten folgende Fragenkomplexe in künftig häufiger zu veranstaltenden Zusammenkünften »gründlich erörtert« werden:

– Welche Maschinen, insbesondere Zyklotrons, werden gegenwärtig gebaut? Welches sind die neueren Gedanken und Prinzipien bei der Konstruktion dieser Maschinen?
– Welche physikalischen (Forschungs-) Programme liegen den gegenwärtig laufenden Projekten zugrunde?
– Was wird von der KAH als physikalisch interessant angesehen?

Hinsichtlich möglicher Forschungsprogramme wurde Beck beauftragt, über Kernphysik bei höheren Energien (Mesonenschwelle) zu berichten; Greiner und Bock sollten über theoretische und experimentelle Kernphysik mit schweren Ionen informieren. Greiner vertrat »leidenschaftlich« die Schwerionenphysik als »aussichtsreichstes physikalisches Gebiet für die nächsten zehn Jahre« und befürwortete ein sehr anspruchsvolles Programm, nämlich die Errichtung eines Beschleunigers, der alle Ionen (»bis zum Uran«) auf kernphysikalische Energie beschleunigen könnte. Daraufhin erwähnte Brix das Schmelzersche UNILAC-Projekt; es wurde erwogen, ob man Schmelzer nicht zur Mitarbeit gewinnen könne, um sein Projekt gemeinsam zu realisieren. Da das UNILAC-Projekt nicht genügend bekannt war, beschloß die KAH, Schmelzer zur nächsten Sitzung einzuladen und um eine Darstellung zu bitten. Auch Dänzer sollte zur nächsten Sitzung eingeladen wer-

den, um über den Stand der HELAC-Entwicklungen zu berichten.

Am 10. 10. 66 behandelte die KAH folgende Tagesordnung:
1. Berichte von Schmelzer und Klein (für das HELAC-Projekt verantwortlicher Mitarbeiter Dänzer's) über ihre jeweiligen Beschleunigerentwicklungen.
2. Übersicht über die neueren Zyklotron-Entwicklungen, insbesondere nach der Gatlinburg-Konferenz (Mai 1966)[140], durch einen Mitarbeiter Walchers.
3. Übersicht über die mit den neueren Zyklotronen verfolgten wissenschaftlichen Programme.
4. Übersicht über Ionenquellen- und Stripperprobleme bei schweren Ionen, durch Schopper und Mitarbeiter.
5. Bericht über theoretische Aspekte, durch Greiner und Beck.

Schmelzer legte der KAH ein bereits sehr weitgehend detailliertes Konzept seines UNILAC-Beschleunigers vor; er machte genaue Aussagen sowohl über die einzelnen auftretenden physikalischen Probleme und ihre Lösung als auch über Kostenschätzungen für Beschleuniger (25 Mio. DM), zugehörige Labor- und Werkstattgebäude (18,8 Mio. DM einschließlich Erstausstattung) und jährliche Betriebskosten (10 Mio. DM); die erforderliche Bauzeit schätzte Schmelzer auf 5 Jahre. Klein und Mitarbeiter berichteten über Stand und Perspektiven ihrer HELAC-Entwicklungen. Auf der nächsten KAH-Sitzung, am 5. 11. 66, referierte Bock über die verschiedenen in Planung bzw. in Bau befindlichen Schwerionenbeschleuniger-Projekte (Oak Ridge: TU-Tandem; Argonne: sektorfokussiertes Zyklotron; Heidelberg: UNILAC, Pendelbeschleuniger; Oxford: »Super-Tandem«; Orsay, Moskau, Dubna: Zyklotrone). Greiner referierte über die vielfältigen Aspekte eines Forschungsprogramms mit schweren Ionen. Beck informierte über das – vergleichsweise eher magere – Forschungsprogramm mit Protonen höherer Energie (im Bereich der Mesonenschwelle).[141]

Man einigte sich darauf, ein Memorandum zu erstellen, welches – ausgehend von der gegenwärtigen Lage der Kernphysik an den beteiligten hessischen Hochschulen – die Notwendigkeit der Kooperation in der Form eines gemeinsamen Labors begründen und darlegen sollte. Das zu erarbeitende

Memorandum sollte weiterhin die sich anbietenden physikalischen Problemstellungen (Forschungsprogramme) fixieren und Möglichkeiten der technischen Realisierung benennen, also Aussagen über mögliche Beschleunigertypen machen. Schließlich sollten Aussagen über die Organisationsform gemacht und überschlägig Schätzungen von Kosten und Bauzeit angegeben werden. Es gelang der KAH, das beschlossene Konzept eines Memorandums innerhalb von drei Wochen zu verwirklichen. Ein erster Entwurf zu den institutionellen Aspekten des von der KAH anvisierten Projekts (»Grundsätzliche Überlegungen« und »Begründung des größeren Beschleunigers als Kooperationsprojekt«) wurde von Schopper innerhalb weniger Tage erstellt und bereits am 11. 11. 66 zur Überarbeitung an Brix und Walcher abgesandt.

Die wesentlichen darin niedergelegten Gesichtspunkte fanden später Eingang in das erste KAH-Memorandum;[142] wir geben sie im folgenden – sinngemäß, nicht wörtlich zitiert – wieder: Die Universitäten müssen – wenn sie weiterhin Träger wissenschaftlichen Fortschritts bleiben wollen und insoweit sie Ausbildung für die Forschung zu leisten haben – in manchen Disziplinen, wie etwa in der mit Großgeräten experimentierenden Kernphysik, auch kostspielige Ausbildungseinrichtungen schaffen. Die Kostspieligkeit wie auch das Gebot optimaler wissenschaftlicher Nutzung beginnen den finanziellen und personellen Rahmen einer einzelnen Hochschule zu sprengen.[143] Die kernphysikalischen Institute der Hochschulen Darmstadt, Marburg und Frankfurt sind mit kleineren Maschinen ausgerüstet, deren Leistungsfähigkeit bereits in wenigen Jahren keine dem internationalen Standard entsprechende Bearbeitung von Forschungsproblemen mehr erlauben wird. Eine »kleine« Lösung ist daher nicht mehr vertretbar; vielmehr ist eine Konzentration der Einrichtungen und wissenschaftlichen Potenzen auf ein größeres Gerät – wie etwa in England bereits praktiziert – erforderlich. Die BRD hat in der Vergangenheit andere Wege beschritten; der Nachholbedarf aufgrund des späten Wiederbeginns kernphysikalischer Forschung hat – begünstigt durch die föderalistische Struktur – zu einer gewissen Dissipation von Forschungseinrichtungen geführt, die nicht fortgesetzt werden darf.

Dementsprechend schlägt die KAH als eine sachlich und wissenschaftlich ökonomische und zumindest in der BRD neuartige Lösung die Kooperation der drei Hochschulen Darmstadt, Marburg und Frankfurt an einem gemeinsamen Ausbildungszentrum für Kernphysik vor.[144] »Dieses soll von den einzelnen Hochschulen zugehörigen und zugehörig bleibenden Kernphysikern – etwa 12 Ordinarien mit Mitarbeitern – als Landesinstitution betrieben werden. Es soll den Studierenden am Abschluß ihres Studiums eine Einführung in modernste Forschungsmethoden und -probleme bieten und zeitgemäßer Forschungsarbeit junger und arrivierter Wissenschaftler dienen. Die an den einzelnen Hochschulen bereits vorhandenen Einrichtungen bleiben zur Vorausbildung wertvoll. Weiterhin ist zu erwarten, daß ein solches Zentrum angesehene Wissenschaftler des In- und Auslands zu Besuch und Arbeit anlockt, was nicht hoch genug eingeschätzt werden kann.«[145] Die KAH tagte erneut am 21. 11. 66.[146] Sie diskutierte die vorliegenden Entwürfe zu den verschiedenen Teilen des geplanten Memorandums; das Memorandum wurde bis auf einige Formulierungsfragen fertiggestellt. Anschließend beriet man über das weitere Vorgehen gegenüber der hessischen Landesregierung (Kultusministerium), beim BMwF und beim Wissenschaftsrat (»Angriff auf die Geldgeber«)[147]. Die Kontaktaufnahme mit dem hessischen Kultusministerium sollte Brix übernehmen[148] Es wurde beschlossen, das Memorandum zusammen mit einem Antrag für eine Studiengruppe »Gemeinsames Ausbildungszentrum für Kernphysik an den hessischen Hochschulen Darmstadt-Marburg-Frankfurt« (2 Stellen BAT Ib sowie 100 Tsd. DM Sachmittel) dem Kultusminister zu übergeben. – Außerdem sollten die beteiligten Hochschulen und insbesondere die betroffenen Fakultäten über die Initiative der KAH informiert werden.

Hinsichtlich BMwF beschloß die KAH, das Memorandum – mit entsprechendem Begleitschreiben – auf dem Dienstweg über das hessische Kultusministerium an den seinerzeitigen BMwF-Minister Stoltenberg (CDU) zur Vorlage bei den entsprechenden Arbeitskreisen und Ausschüssen der DAtK zu schicken. Weiterhin wurde beschlossen, beim BMwF einen gesonderten Antrag auf Mittel für eine Studiengruppe zu stellen (3 Wissenschaftler-Stellen BAT Ib, eine Stelle BAT III für

einen Fachschul-Ingenieur). Schließlich sollte Dr. Klein beim BMwF 200 Tsd. DM für die Fortführung der Arbeiten am Wendelbeschleuniger beantragen (Aufbau mehrerer Prototypen von Beschleunigersektionen eines Schwerionenbeschleunigers). Walcher wurde beauftragt, beim Wissenschaftsrat die Aufnahme des geplanten Universitäten-Kooperationsprojektes in dessen Schwerpunktprogramm zu beantragen.

In den folgenden Tagen erhielt das Memorandum durch einige briefliche und telefonische Kontakte der an der KAH beteiligten Wissenschaftler seine endgültige Form.[149] Es wurde Ende November in einer Auflage von etwas über 100 Stück im IKF gedruckt und von dort aus verteilt. Die meisten Exemplare gingen an interessierte Fachkollegen; weitere Adressaten des Memorandums waren verschiedene Universitätsstellen, Landes- und Bundesbehörden (Hessisches Kultusministerium, der hessische Ministerpräsident Zinn (SPD), Wissenschaftsrat, BMwF, einzelne Ministerialbeamte des BMwF, Bundesminister Stoltenberg (CDU)) sowie einflußreiche Persönlichkeiten der atompolitischen Szene (u. a. Prof. K. Winnacker[150], Vorstandsvorsitzer der Farbwerke Hoechst AG und Präsidiumsmitglied der DAtK).

IV.3.2.1 KAH: »Memorandum ...« vom November 1966

Das von der KAH formulierte *Memorandum zur Errichtung eines gemeinsamen Ausbildungszentrums für Kernphysik der Hessischen Hochschulen Darmstadt, Frankfurt und Marburg* beschreibt in seinem allgemeinen Teil zunächst kurz die an den Hochschulen Darmstadt, Frankfurt und Marburg vorhandenen kernphysikalischen Experimentiereinrichtungen. Die Argumente hinsichtlich der Defizite dieser Einrichtungen und der sich daraus ergebenden Konsequenzen entsprechen weitgehend den von Schopper entworfenen Überlegungen.[151] Diese werden an einigen Stellen präzisiert und konkretisiert.

So wird ausgeführt, daß die an den Hochschulen Darmstadt, Frankfurt und Marburg vorhandenen kernphysikalischen Experimentiereinrichtungen in wenigen Jahren nur noch die Durchführung von Diplomarbeiten ermöglichen werden. »Zur Gewinnung neuartiger Einblicke in die Struktur des Atomkerns und in die Natur der Kernkräfte sind auf Grund

derzeitiger theoretischer Vorausschau Projektile anderer Art (schwere Ionen mit einer Energie von mehreren MeV je Nukleon bzw. Nukleonen hoher Energie (150 MeV)) nötig, als sie mit den vorhandenen Beschleunigern erzeugt werden können.«[152] Wenn den drei beteiligten Instituten die Durchführung qualifizierter Doktorarbeiten und damit die Ausbildung hochqualifizierter Physiker vorenthalten sei, würde hier eine echte Lücke entstehen, da »der Bedarf der deutschen Industrie an promovierten Physikern bei mindestens ein Drittel der Hochschulabsolventen im Fach Physik«[153] liege. Leistungsfähigere Geräte, als sie an den Hochschulen Darmstadt, Frankfurt und Marburg vorhanden sind, gebe es in der BRD bereits in »ausreichendem Maße«[154]. Daher sei es »notwendig und sinnvoll, heute bei einem neuen Projekt einen großen Schritt weiter in die Zukunft zu tun«.[155] Würde man dem zunächst naheliegenden Gedanken folgen, größere Geräte ausschließlich an Großforschungszentren zu errichten, so würden die Hochschulen wissenschaftlich ausgetrocknet werden; »Ausbildung durch Forschung und für die Forschung«[156] wäre ihnen dann nicht mehr möglich. Demgegenüber würde eine moderne Einrichtung in der Form eines Universitäten-Kooperationsprojektes gewährleisten, »daß die Hochschulen Träger des wissenschaftlichen Fortschritts bleiben können, daß sie attraktiv für hochqualifizierte Gelehrte sind, nicht ihre besten Lehrer verlieren und daß sie im internationalen wissenschaftlichen Gespräch Rang behalten. Diese Gesichtspunkte hat auch der Wissenschaftsrat in seinen Empfehlungen mehrfach als Forderungen erhoben.«[157]

»Eine derartige moderne Ausbildungseinrichtung würde nicht nur der Hochschule und der Industrie den qualifizierten Nachwuchs liefern, sondern durch die Vielfalt zu entwickelnder neuer Technologien auch befruchtend auf die industrielle Entwicklung wirken.[158] Im Raume der beteiligten Hochschulen sind führende Industrien der Elektrotechnik und der nuklearen Technik bereits angesiedelt.[159] Ihren Bedürfnissen kommen die Ausbildungsmöglichkeiten des Zentrums und der enge Kontakt zugute.«[160]

Der allgemeine Teil des Memorandums endet mit folgendem Appell: »Aus den dargelegten Gründen schlagen die unterzeichneten Lehrstuhlinhaber die Errichtung eines gemeinsa-

men Hochschulzentrums für Kernphysik vor mit dem Ziel, die Ausbildung und Forschung auf dem Gebiet der Kernphysik auch in Zukunft zu gewährleisten. An diesem Ausbildungszentrum soll ein größerer Teilchenbeschleuniger aufgestellt und mit den zugehörigen Arbeits- und Aufenthaltsräumen und den erforderlichen gemeinsamen technischen Einrichtungen versehen werden.«[161]

Als »Mitglieder« der KAH zeichnen

– aus Darmstadt die Professoren Beck, Brix und Kankeleit;
– aus Frankfurt die Professoren Dänzer, Greiner, Schopper und Süßmann;
– aus Marburg Prof. Walcher und Prof. Bock.

Es folgen drei Anlagen. Anlage I diskutiert als kernphysikalisches Arbeitsprogramm alternativ die Schwerionen-Kernphysik und die Kernphysik mit leichten Teilchen (z. B. Protonen) bei höheren Energien.

Die von Greiner verfaßten Ausführungen über ein Forschungsprogramm mit schweren Ionen stützen sich weitgehend auf den Bericht der Berkeley-Gruppe über den geplanten Schwerionenbeschleuniger »Omnitron«.[162] Die Reichhaltigkeit der aufgezeigten Forschungsmöglichkeiten und ihre Charakterisierung mit Begriffen wie »faszinierend« und »einzigartig«[163] lassen den starken Enthusiasmus des Verfassers erkennen.

Einen breiten Raum nimmt die Kernchemie ein, insbesondere die Möglichkeiten zur Synthese superschwerer Kerne. Greiner diskutiert die theoretischen Voraussagen für stabile Kerne jenseits der bekannten Nuklide[164], formuliert mögliche Reaktionen zu ihrer Synthese und gibt grobe Abschätzungen über die dabei zu erwartenden Wirkungsquerschnitte.

Weitere interessante Möglichkeiten ergeben sich für das Studium von Reaktionsmechanismen (Kernfusion; Transfer- und Deformationsreaktionen; Kernspaltung; spezielle Prozesse bei höheren Energien, die für astrophysikalische Probleme von Interesse sein könnten).

Schließlich bietet die Schwerionenphysik neue Möglichkeiten für die Kernspektroskopie: Erzeugung einer großen Anzahl neuer Kerne, Bevölkerung zahlreicher Niveaus, teilweise selektiv; Anregung von Zuständen mit hohen Drehimpulsen; neue experimentelle Möglichkeiten aufgrund großen

Impulsübertrags; kräftige Coulombanregung, so daß Multipolmomente angeregter Kernzustände meßbar werden. Bei hinreichender Lebensdauer der superschweren Kerne – wie sie aufgrund der theoretischen Abschätzungen nicht ausgeschlossen erscheint – wird auch eine Spektroskopie der sich dann anlagernden Hüllenelektronen möglich sein.

Aufgrund von Greiners bevorzugten Forschungsinteressen werden also für die Schwerionenphysik – abgesehen von der sehr naheliegenden Elektronen-Spektroskopie – ausschließlich kernphysikalische Probleme diskutiert. (Die Kernchemie ist ein Teilgebiet der Kernphysik.) In späteren Memoranden der KAH und anderer Gruppen wurden auch nicht-kernphysikalische Problemstellungen einbezogen.

Das von Beck formulierte Forschungsprogramm für Kernphysik mit leichten Teilchen bei höheren Energien ging fast ausschließlich auf die Untersuchung kurzreichweitiger Korrelationen ein; diese bieten zwar durchaus interessante Aspekte, stellen insgesamt aber eher nur eine Art »Störeffekt« zu den bei niedrigeren Energien auftretenden Phänomenen dar. Die reichhaltigen sonstigen Möglichkeiten einer Kernphysik mit Protonen von wenigen Hundert MeV – Untersuchung innerer Schalenstrukturen, Untersuchung der Nukleon-Nukleon-Wechselwirkung, Untersuchung angeregter Nukleonenzustände im Kern u. a.[165] – wurden kaum entfaltet.[166]

Anlage II diskutiert mögliche Beschleunigerkonzepte – den Wendellinearbeschleuniger (späteren HELAC) der Dänzer-Gruppe, den UNILAC, zyklische Beschleuniger mit Injektor, ein 150–MeV-Isochron-Zyklotron – für die Verwirklichung des in Anlage I dargelegten Forschungsprogramms. Es fällt auf, daß eine detailliertere Diskussion nur den ins Auge gefaßten Schwerionenbeschleunigern gewidmet wird[167], während bei den in Anlage I abgehandelten Forschungsprogrammen die Schwerionen-Kernphysik und die Kernphysik mit leichten Teilchen bei höheren Energien zumindest quantitativ vergleichbaren Raum einnehmen.

Die Diskussion des UNILAC ist recht knapp gehalten; hierzu wird auf eine in Vorbereitung befindliche »umfangreiche Projektstudie« verwiesen. Die Kosten des UNILAC werden bei einer Bauzeit von fünf Jahren auf etwa 25 Mio. DM geschätzt. Die Diskussion des Ende 1966 noch erheblich weni-

ger durchkonstruierten und ausgereiften Wendellinearbeschleunigers, des späteren HELAC, verrät Frankfurter Interessenvertretung: Seine Bauzeit wird ebenfalls auf fünf Jahre veranschlagt bei Kosten von nur 8-12 Mio. DM. Der von Klein am 14. 11. 65 vorgelegte Vorschlag zum HELAC wurde dem Memorandum als Anlage beigegeben. Die Möglichkeiten von zyklischen Beschleunigern mit Injektor werden anhand der in Orsay, Moskau, Krakau, Indiana und Chalk River geplanten Projekte erörtert; die Kosten werden auf etwa 25 Mio. DM geschätzt. Über ein 150–MeV-Isochron-Zyklotron wird, außer, daß die AEG seine Kosten auf 18-20 Mio. DM schätzt, nichts ausgesagt.

Wir gehen im folgenden kurz auf einige Punkte ein, die an dem Memorandum *KAH I* bemerkenswert sind.

Zunächst einmal fällt auf, daß an verschiedenen Stellen auf wissenschaftsexterne Ziele eingegangen bzw. von entsprechenden Argumenten Gebrauch gemacht wird. Es wird der Bedarf der Industrie an hochqualifizierten Physikern ins Feld geführt sowie die von der Entwicklung neuartiger Beschleuniger zu erwartenden technologischen Innovationen. Weiterhin werden Argumente des Wissenschaftsrates zur Schwerpunktbildung in der Hochschulforschung übernommen.[168] Demnach sollten Universitäten-Kooperationen bei solchen Vorhaben eingerichtet werden, deren personeller und finanzieller Aufwand den bisherigen Rahmen einzelner Hochschulen sprengt, die eine Zusammenarbeit mehrerer Lehrstühle erfordern und die an ein Vorhandensein besonderer Einrichtungen (im vorliegenden Fall: Großbeschleuniger) geknüpft sind. Das Memorandum nimmt die in den Empfehlungen des Wissenschaftsrates enthaltene Forderung auf, wonach »die Hochschulen Träger des wissenschaftlichen Fortschritts bleiben« sollten. Schließlich trägt es der in Leussinks Brief genannten Zielsetzung, mit den Schwerpunkten ein Forschungs-Verbundsystem zu schaffen, mit Bemerkungen über die Bedeutung des geplanten Beschleunigerprojektes für die industrielle FEI Rechnung. Schließlich wird die Rolle des vorgeschlagenen Zentrums für die Ausbildung stark betont.

All dies, insbesondere die Betonung von Ausbildungsaspekten, ist weitgehend unter taktischen Gesichtspunkten zu sehen und diente einer optimalen Vertretung der auf Errichtung lei-

stungsfähiger Frontforschungsgeräte gerichteten Interessen der hessischen Kernphysiker. Zwar ist experimentelle wie auch theoretische kernphysikalische Forschung ein wirkungsvolles Mittel für fortgeschrittene Physikausbildung, da die experimentelle Forschung wesentlich komplexer als in anderen physikalischen Disziplinen (ausgenommen die Elementarteilchenphysik) ist; ebenso sind auch viele theoretisch-kernphysikalische Probleme von besonderer Komplexität. Dennoch dominieren bei dem vorgeschlagenen Zentrum eindeutig sehr anspruchsvolle Forschungsambitionen, deren Ausbildungsaspekte nur den vergleichsweise kleinen Kreis betreffen, aus dem die künftige Forscherelite zu rekrutieren ist. Die Betonung von Gesichtspunkten universitärer Ausbildung dürfte hauptsächlich darauf zurückzuführen sein, daß die KAH anfänglich hoffte, ihre Pläne mit weitgehender Hilfe des hessischen Kultusministers verwirklichen zu können.[169]

Ein weiterer bemerkenswerter Punkt am Memorandum *KAH I* ist, daß es die Fiktion erzeugt, daß am Anfang der Initiative die aus der bestehenden Unkenntnis über Atomkerne abgeleiteten Forschungsprogramme stehen. Aus diesen werden dann Anforderungen an die Parameter eines Teilchenstrahles abgeleitet; aus diesen Parametern wiederum Gesichtspunkte für mögliche Beschleunigerkonzepte. Dieser »logische« Gang ist zumindest teilweise eine fiktive Konstruktion ex post. – Bei der Initiierung von Beschleunigerentwicklungen durch angewandte Physiker haben zwar stets – u. U. sehr diffuse und wenig konkrete – Überlegungen über mögliche Forschungsprogramme den Hintergrund abgegeben. Andererseits tritt dann aber in einer späteren Phase, wenn die Beschleunigerentwicklungen sich der Baureife nähern, der umgekehrte Fall ein: Kernphysiker, die an einer Nutzung der Beschleuniger als experimentelle Hilfsmittel interessiert sind, stellen Überlegungen an, welches Forschungsprogramm mit Hilfe vorhandener Projektentwürfe für Beschleuniger betrieben werden kann. Es besteht also ein kompliziertes und keineswegs einsinniges Wechselverhältnis in der Entwicklung von Forschungsgeräten und Forschungsprogrammen.

IV.3.2.2 KAH: Status im Dezember 1966

Die Fertigstellung des Memorandum *KAH I* bezeichnet einen wesentlichen Abschnitt in der Entstehung der GSI.

Die hessischen Kernphysiker hatten sich – nach einem an verschiedenen Punkten durch externe Einflüsse modifizierten, im wesentlichen aber wissenschaftsintern regulierten Problemerzeugungsprozeß – über ein Forschungsprogramm (zwei mögliche Alternativen) und dessen apparative Basis in schon relativ detaillierter Form geeinigt. Weiterhin hatten sie aus ihren Wünschen hinsichtlich Forschungsprogrammen und -geräten eine ihren Zielen entsprechende wissenschaftspolitische Argumentation zur Begründung ihres Vorhabens entwikkelt. Dabei hatten sie externe Gesichtspunkte – Bedarf der Industrie an Physikern, Stimulierung technologischer Innovationen, Empfehlungen des Wissenschaftsrates zum Ausbau der Hochschulen, Arbeitsteilung zwischen Hochschulen und Großforschungszentren – zumindest verbal eingearbeitet. Schließlich hatten sie einen Institutionalisierungsvorschlag in der Form eines Hessischen Ausbildungszentrums für Kernphysik als Universitäten-Kooperationsprojekt erarbeitet.

Das Memorandum *KAH I* faßte die Ergebnisse des – extern modifizierten – wissenschaftsintern regulierten Problemerzeugungsprozesses und die auf wissenschaftsexterne Zielvorstellungen eingehenden wissenschaftspolitischen und institutionellen Überlegungen zusammen. Es dokumentiert den vorläufigen Abschluß eines internen Verständigungsprozesses der hessischen Kernphysiker. Damit waren diese in der Lage, nunmehr an allen relevanten Stellen (Geldgeber!) initiativ zu werden und sich mit ihrem Projekt in der Öffentlichkeit als KAH darzustellen.

IV.3.3 KAH: »Angriff auf die Geldgeber«

Die mit der Fertigstellung des Memorandum *KAH I* einsetzende Phase des Entstehungsprozesses der GSI ist – im Unterschied zur Entstehungsphase der KAH sowie der Phase ihrer ersten internen Verständigung – im wesentlichen durch extern gerichtete Aktivitäten und durch Vorgänge gekennzeichnet, die über die Grenzen der nuclear physics community hinausgingen.

Die KAH trat an die in Frage kommenden Geldgeber – BMwF mit Beratergremien, hessisches Kultusministerium, Wissenschaftsrat und DFG – heran, um eine Verwirklichung ihrer Ziele zu erreichen. Bedingt durch Umfang und Kosten des von der KAH ventilierten Projekts kristallierte sich schon bald der zentrale atompolitische Lenkungsapparat (BMwF mit Beratergremien) als wichtigster Adressat der Institutionalisierungsbemühungen heraus. Der »Angriff auf die Geldgeber« erfolgte nicht nur durch Übersendung des Memorandums *KAH I* und durch Beantragen von Fördermitteln. Einige Mitglieder der KAH nutzten vorhandene persönliche Verbindungen zu Politikern und zu einflußreichen Vertretern des atompolitischen Lenkungsapparates, um ihre Ziele zu verfolgen. Bereits ab Anfang 1967 zeichnete sich eine grundsätzliche Bereitschaft des Bundes ab, einen Schwerionenbeschleuniger zu errichten. Damit trat dann die Konkurrenz verschiedener Wissenschaftlergruppen – auch innerhalb der KAH! – um den Standort des Beschleunigers in den Vordergrund. Ab Mitte 1967 bis Mai 1969 – als das Bundeskabinett entschied, daß der Schwerionenbeschleuniger bei Darmstadt errichtet werden solle – ist der Entstehungsprozeß der GSI im wesentlichen eine Auseinandersetzung um Standortfragen und damit verbundene konzeptionelle Probleme des Ausbaus von Kernforschungskapazitäten. Die wissenschaftspolitischen Planungs- und Entscheidungsprozesse stagnierten allerdings zunächst wegen der durch die Wirtschaftskrise 1966/67 bedingten allgemeinen Finanzknappheit.[170] Sie kamen erst im Sommer 1968 richtig in Gang.
Neben den extern gerichteten Aktivitäten trieb die KAH ihre internen Planungen über Beschleunigerprojekte, Forschungsprogramme, Institutionalisierungsform und wissenschaftspolitische Strategie und Taktik weiter voran.[171]

IV.3.3.1 KAH: Zusammenwirken mit dem zentralen atompolitischen Lenkungsapparat

Der »Angriff« der KAH auf das BMwF wurde von Schopper vorgetragen. Am 8. 12. 66 schickte Schopper das Memorandum *KAH I* sowie einen *Antrag auf Bundesmittel für kernphysikalische Forschung: Ausbildungszentrum Kernphysik,*

Hessen an Minister Stoltenberg. Der Antrag forderte – entsprechend den Beschlüssen der KAH vom 21. 11. 66[172] – »Personalmittel zur Ergänzung einer Studiengruppe« für »Vorstudien und die Detailplanung von Einrichtungen des Ausbildungszentrums und für experimentelle Vorarbeiten«. Weiterhin wurden Sachmittel in Höhe von 193 Tsd. DM gefordert »für die Fortsetzung bereits fortgeschrittener Untersuchungen an einem Wendellinearbeschleuniger für Schwerionen«.

In einem beigefügten Brief an Stoltenberg erläuterte Schopper noch einmal Motive und Perspektiven der KAH-Initiative: »Eine Gruppe der unterzeichneten Kernphysiker in Hessen hat sich seit längerer Zeit Gedanken über die Zukunft der Kernphysik an ihren Hochschulen gemacht. Der rasche Fortschritt der Kernphysik in ihrer Methodik und ihrer Problemstellung hat uns mit Sorge erkennen lassen, daß die relativ bescheidenen kernphysikalischen Einrichtungen unserer Institute in absehbarer Zeit eine Ausbildung an zeitgemäßen Forschungsproblemen und für moderne Forschung nicht mehr gewährleisten werden. Die Analyse der Entwicklungslinien von Experiment und Theorie zeigt uns, daß bei der Planung neuer Einrichtungen nur ein größerer Schritt in die Zukunft sinnvoll sein wird. Einrichtungen, die zur Zeit ihrer Fertigstellung Einrichtungen der Frontforschung sein sollen, werden jedoch Investionen erfordern, die den Rahmen einer einzelnen Hochschule übersteigen. Wir sehen in der Cooperation mehrerer Hochschulen an einer gemeinsamen kernphysikalischen Einrichtung eine sinnvolle Lösung [...].« Am 12. 12. 66 schrieb Schopper an Ministerialrat Dr. Prior, den Leiter des für »Förderung der Grundlagenforschung, insbesondere der Kernphysik, durch Bau und Ausstattung von Instituten«[173] zuständigen Fachreferates III A 1 des BMwF. Er informierte Prior über Brief und Antrag der KAH vom 8. 12. an Stoltenberg und betonte: »Der Arbeitsgemeinschaft ist besonders daran gelegen, eine baldige Grundsatzentscheidung über die Förderung ihres Projekts durch das Forschungsministerium herbeizuführen.« In der Anlage übersandte Schopper »im Auftrage der KAH« 5 Exemplare des Memorandum *KAH I* »mit der Bitte um Vorlage beim Beschleunigerausschuß und beim Arbeitskreis Kernphysik«.

Die »Beratergremien« befaßten sich bereits auf ihrer nächsten Sitzung Anfang Januar 1967 mit dem KAH-Projekt.[174] [175] Der Beschleunigerausschuß des AK II/1 »Physik« wie auch der AK II/1 selber – beide unter Vorsitz von Walcher (Marburg) – gaben eine positive Stellungnahme ab: »Der Bau eines Beschleunigers für schwere Ionen für das Hessische Ausbildungszentrum wird wegen der überregionalen Bedeutung befürwortet. Es sollte versucht werden, bis in den Bereich der Transurane vorzustoßen.«[176]

Eine offizielle Stellungnahme des BMwF wurde der KAH erst Ende März 1967 durch Ministerialdirektor Dr. Pretsch, Leiter der Abteilung III »Kernforschung« des BMwF[177], zugeleitet. Pretsch äußerte sich, entsprechend den Empfehlungen des AK II/1, zwar grundsätzlich positiv zum Vorhaben der KAH: »Ich begrüße jede Maßnahme zur Verbesserung der Zusammenarbeit der naturwissenschaftlichen Institute an den Hochschulen.« Er vermied jedoch – offenbar aufgrund der seinerzeitigen, durch die Wirtschaftskrise bedingten prekären Finanzlage der öffentlichen Hand[178] – konkrete Zusagen über Zeitpunkt und Standort der Errichtung eines Schwerionenbeschleunigers sowie über die finanzielle Beteiligung des Bundes dabei. » [...] es wäre zu wünschen, daß der Bau eines derartigen Schwerionenbeschleunigers (gemeint ist der UNILAC; K. P.) im nächsten Jahr begonnen werden kann. Nach den mir gegebenen Richtlinien zur Finanzierung solcher Projekte muß sich das jeweilige Land an den Investitionskosten mit mindestens 50% beteiligen und außerdem die Kosten für den Betrieb der Anlage übernehmen. [...] Wenn ich auch noch keine endgültige Zusage über meine Beteiligung an den Investitionskosten für den Beschleuniger nach Professor Schmelzer geben kann, so kann ich jetzt doch schon feststellen, daß ich mich, wenn überhaupt, nur an *einem* derartigen Projekt beteiligen werde, nicht an mehreren Projekten.«

Während der AK II/1 im Januar 1967 empfohlen hatte, den Schwerionenbeschleuniger in Hessen zu errichten, äußerte sich Pretsch in der Standortfrage wesentlich zurückhaltender. Wie in einer späteren Phase noch deutlicher wird, verfolgte das BMwF das parteipolitisch motivierte Ziel, den Schwerionenbeschleuniger im CDU-regierten Baden-Württemberg zu errichten, nicht aber im SPD-regierten Hessen.[179]

Zunächst aber wurden diese Interessen noch verschleiert. Das BMwF schob Schmelzer vor, dem – unter Berufung auf die langjährige Befürwortung seines Projekts durch den AK II/1 – eine Schlüsselrolle in der Standortfrage zufallen sollte. Es war bekannt, daß Schmelzer den UNILAC am liebsten in Heidelberg errichtet hätte.[180] »Sollte [...] Schmelzer der Auffassung sein, daß es zweckmäßiger wäre, den Schwerionenbeschleuniger an einer anderen Stelle als in Heidelberg (zu errichten) [...], so könnte mein Haus nach einer vorausgegangenen Einigung der beiden beteiligten Kultusministerien über den Standort [...] eine finanzielle Beteiligung [...] ebenso gut in Aussicht nehmen, wie wenn der Beschleuniger in Heidelberg errichtet werden soll.«

Aufgrund der allgemeinen Finanzmisere konnte das BMwF erst im Frühjahr 1968 Mittel für die Errichtung eines Schwerionenbeschleunigers bereitstellen. Dementsprechend kam die Planungs- und Entscheidungsprozedur im zentralen atompolitischen Lenkungsapparat in der Zwischenzeit kaum voran. Die von der KAH am 8. 12. 66 beantragten Mittel für eine Studiengruppe wurden nicht bewilligt. Dagegen wurde dem Antrag auf Sachmittel für die Entwicklung des Wendelbeschleunigers HELAC im September 1967 in voller Höhe (193 Tsd. DM) entsprochen. Im Oktober 1967 teilte Prior dem AK II/1 mit[181], daß in den Haushaltsansätzen für die mittelfristige Finanzplanung des Bundes im Bereich der Kernforschung die »Baukosten für einen Schwerionenbeschleuniger höherer Energie«[182] enthalten seien.

Im November 1967 berichtete Schmelzer dem AK II/2 »Chemie« über das UNILAC-Projekt.[183] Die Kernchemiker bekundeten sehr großes Interesse (»ganz ungewöhnliche Möglichkeiten«, »neue Ära«[184]). Sie bildeten aus vier Mitgliedern des AK II/2 – den Professoren Baumgärtner (Kernforschungszentrum Karlsruhe), Born (TH München), Herrmann (Universität Mainz) und Lieser (TH Darmstadt) – eine Arbeitsgruppe »Schwerionenbeschleuniger«, die einen Raumplan für Chemielabors erstellen und Kontakte zu den interessierten Physikern knüpfen sollte. Der AK II/2 sprach sich »wegen der Nachbarschaft mehrerer Arbeitsgruppen« für einen Standort im Rhein-Main-Gebiet aus und bat Stoltenberg, das Projekt Schwerionenbeschleuniger »nach Kräften«

und »rasch« zu fördern, »um den in vieler Hinsicht bestehenden Vorsprung der großen Länder aufzuholen«.[185] Im November/Dezember wurde das *3. Atomprogramm* von DAtK, Wissenschaftskabinett und Bundesregierung verabschiedet[186]; es sah als zentrales Großprojekt im Bereich der Niederenergie-Kernphysik den Bau eines Schwerionenbeschleunigers vor.[187]

IV.3.3.2 KAH: Zusammenwirken mit hessischen Landesbehörden

Die Kontaktaufnahme der KAH mit dem hessischen Kultusministerium erfolgte durch Brix. Entsprechend den KAH-Beschlüssen vom 21. 11. 66 schickte Brix am 8. 12. 66 namens der KAH ein Exemplar des Memorandums *KAH I* sowie einen Brief an den hessischen Kultusminister Schütte, dessen Inhalt weitgehend mit Schoppers Schreiben vom gleichen Tage an Stoltenberg übereinstimmt.[188] Auf die seinerzeitige Wirtschafts- und Finanzkrise anspielend, führte Brix aus: »Es ist uns bewußt, daß die Vorlage eines größeren Projekts im augenblicklichen Zeitpunkt ganz besondere Probleme aufwirft. Wir sind jedoch der Überzeugung, daß das Land Hessen jetzt – unabhängig von der momentanen finanziellen Realisierbarkeit – Entscheidungen fällen muß, von denen die Entwicklung in den nächsten Jahrzehnten abhängt. [...] Die nächsten Monate werden voraussichtlich auf Bundesebene wichtige Beschlüsse über Zukunftspläne für die Kernphysik bringen.[189] Nach der bisherigen Zurückhaltung unserer Institute besteht jetzt in Hessen die große Chance, einen bedeutsamen Schritt in die Zukunft zu tun. Wir wären Ihnen, sehr verehrter Herr Minister, deshalb für eine schnelle grundsätzliche Zustimmung sehr dankbar.«

Der Brief schloß mit der Bitte, gemäß einem beigefügten Antrag »möglichst bald Haushaltsmittel für eine Studiengruppe ›Ausbildungszentrum Kernphysik‹ zur Verfügung zu stellen und damit eine sorgfältige Detailplanung zu ermöglichen«.

Das hessische Kultusministerium reagierte auf die Initiative der KAH zunächst nur damit, daß es beim BMwF ein »Interesse« an der Errichtung des Ausbildungszentrums anmeldete;

ein weitergehendes Engagement erfolgte nicht.

Neben Brix versuchte auch Walcher – einmal mit Hilfe seiner freundschaftlichen Beziehungen zu Ministerpräsident Zinn, zum anderen in seiner Eigenschaft als Mitglied des »Hessischen Forschungsrates«[110] – die Unterstützung der hessischen Landesregierung für das KAH-Projekt zu gewinnen. Am 17. 4. 67 hatte Walcher in Wiesbaden eine Besprechung mit Zinn, Schütte und Ministerialdirigentin Dr. von Bila, der Leiterin der Hochschulabteilung im hessischen Kultusministerium. Zinn zeigte sich sehr interessiert, ebenso Frau von Bila, während Schütte zurückhaltend war.[141] Zinn bedauerte, angesichts der gegenwärtigen Mittelknappheit keinerlei Zusagen machen zu können. Es sei nicht einmal abzusehen, ob Hessen – wenn der Bund zu einer Förderung bereit sei – die Gelder aufbringen könne, die erforderlich seien, um die Bundesmittel fließen zu lassen. Jedenfalls sagte Zinn zu, das Projekt dem Landtag vorzuschlagen. Da ein konkretes Engagement Hessens nicht abzusehen war, wurden Standortfragen überhaupt nicht erörtert.

In der Folge wurde das Projekt dem kulturpolitischen und dem Haushaltsausschuß des Landtages vorgelegt; dabei zogen die Ausschüsse Walcher als Berater hinzu. Über allgemeine Interessebekundungen hinaus kam es jedoch zu keinerlei weitertreibenden Entscheidungen. Während des Jahres 1967 intervenierten Angehörige der KAH noch mehrfach bei der hessischen Landesregierung, um einen Fortgang ihres Projektes zu erreichen. Jedoch ohne Erfolg; »wir haben kein Geld« war die stereotype Antwort von Ministerpräsident Zinn (der, wie sich in einer späteren Phase noch zeigen wird, im übrigen dem KAH-Projekt durchaus positiv gegenüberstand).

IV.3.3.3 KAH: Zusammenwirken mit Wissenschaftsrat und DFG

Der Wissenschaftsrat[192] hatte 1964/65 durch eine Fragebogen- und Briefaktion alle westdeutschen Hochschulen zur Anmeldung von »Schwerpunkten und Sondergebieten« aufgefordert.[193] Daraufhin hatten im Januar 1966 interessierte Wissenschaftler und Institute der TH Darmstadt und der Universität Frankfurt ein Schwerpunktprogramm »Kern- und

Festkörperspektroskopie und ihre Wechselbeziehungen« formuliert. Am 24. 2. 66 richteten sie an den Generalsekretär des Wissenschaftsrates einen Antrag, die Bildung eines entsprechenden Schwerpunktes zu genehmigen. Anfang Dezember 1966 übersandte Walcher im Auftrage der KAH das Memorandum *KAH I* an den damaligen Wissenschaftsrats-Vorsitzenden Leussink und beantragte, das geplante Universitäten-Kooperationsprojekt in das Schwerpunktprogramm aufzunehmen.

Die entscheidenden Sitzungen des Wissenschaftsrats und der Kommissionen der DFG zur Schwerpunktbildung fanden im Sommer 1967 statt. Aus ihnen gingen die »Empfehlungen des Wissenschaftsrates zum Ausbau der wissenschaftlichen Hochschulen bis 1970« hervor, in denen wegen der bisherigen uneinheitlichen Handhabung der Begriffe »Schwerpunkt« und »Sondergebiet« das Institut der »Sonderforschungsbereiche« neu geschaffen wurde.[194] Im Kapitel »Sonderforschungsbereiche« seiner »Empfehlungen ...« machte sich der Wissenschaftsrat wesentliche von der KAH für ihr Projekt ins Feld geführte Argumente zu eigen, nämlich

– Konzentration einer Gruppe von Wissenschaftlern auf ein gemeinsames Forschungsgebiet;
– Kooperation mehrerer Hochschulen.

Der Wissenschaftsrat nahm das Hessische Ausbildungszentrum zunächst nicht in seine Schwerpunktempfehlungen auf mit dem Argument, kein Präjudiz gegenüber der hessischen Landesregierung zu schaffen. Es war nicht absehbar, ob die hessische Landesregierung zu einer finanziellen Beteiligung in der Lage sein würde. Der Wissenschaftsrat beauftragte aber eine Kommission der DFG, den KAH-Vorschlag zu prüfen. Im November 1967 informierte Kirste – Physikreferent der DFG – die KAH, daß die DFG vor ihrer Entscheidung Vertreter der eingereichten Schwerpunktsanträge zusammenrufen und befragen wolle. Kirste empfahl der KAH und den Darmstädter und Frankfurter Festkörperphysikern, ihre ursprünglichen Schwerpunktsanträge umzuformulieren.

Unter Bezugnahme auf die Schwerpunktsanträge vom 24. 2. 66 und vom Dezember 1966 wurde am 16. 11. 67 eine neue Version der Schwerpunktsanmeldung über den Rektor der Universität Frankfurt dem Generalsekretär des Wissen-

schaftsrates zugeleitet. Es wurden nunmehr zwei »Sonderforschungsbereiche« vorgeschlagen, nämlich »Kernphysik schwerer Ionen« (Darmstadt – Marburg – Frankfurt) und »Festkörper-Spektroskopie« (Darmstadt – Frankfurt)[195]. Es ist interessant zu sehen, wie die beteiligten Physiker bei der Neuformulierung der Schwerpunktsanträge Gesichtspunkte und Begriffe aufnahmen, die von wissenschaftspolitischen Leitungsgremien – hier dem Wissenschaftsrat – ins Spiel gebracht worden waren. So wurde als »Grundlage« des Schwerpunktsantrages vom 24. 2. 66 »das Bestehen einer engen Zusammenarbeit beider Teildisziplinen Kernphysik und Festkörperphysik [...] sowie das Bestehen wertvoller, gemeinsam nutzbarer Einrichtungen«[196] bezeichnet; der Schwerpunkt »Kern- und Festkörperspektroskopie [...]« sei »vorwiegend unter dem Gesichtspunkt der Zusammenarbeit im Verbundsystem angemeldet«[197] worden. (Offenbar war den hessischen Physikern nicht ganz klar, was der Wissenschaftsrat unter »Verbundsystem« verstanden wissen wollte, nämlich vor allem eine institutionalisierte Kooperation von Industrie- und Hochschulinstituten.[198]) Weiterhin bezeichneten die KAH-Physiker ihre Schwerpunktsanmeldung vom Dezember 1966 nunmehr als Anmeldung eines »Sonderforschungsgebietes ›Kernphysik schwerer Ionen‹«.[199] Die Umformulierung der Schwerpunktsanträge dürfte im wesentlichen eine rein begriffliche Kosmetik – gemäß den wissenschaftspolitischen Opportunitäten – gewesen sein; konzeptionelle Veränderungen entsprechend den Wünschen des Wissenschaftsrates sind kaum erkennbar.

Die entscheidende Sitzung über Sonderforschungsbereiche in der Physik wurde von der DFG auf den 8. 12. 67 festgesetzt. Walcher wurde von DFG-Präsident Speer gebeten, als Gutachter mitzuwirken. Weiterhin wurde die KAH gebeten, einen Repräsentanten zur Verteidigung ihrer Schwerpunktsanmeldung zu entsenden. Diese Rolle wurde von Brix übernommen. In Abstimmung mit Schopper entwickelte Brix eine Argumentation, die sich hauptsächlich auf das Memorandum *KAH I* stützte, wobei folgende Gesichtspunkte besonders herausgestellt wurden. Die geplante Schwerionenforschung solle nicht an ein bestehendes Zentrum (Jülich, Karlsruhe) angeschlossen werden, um eine forschungsmäßige Austrocknung

der Hochschulen bei gleichzeitiger zu großer Konzentration von Forschungseinrichtungen in den Zentren zu vermeiden. Der von der KAH beantragte Sonderforschungsbereich erfülle die seit 1960 vom Wissenschaftsrat entwickelten Kriterien, nämlich: Institutionalisierung eines aktuellen Forschungsbereichs um eine neuartige Einrichtung (Schwerionenbeschleuniger); Konzentration von Personal, Einrichtungen und Finanzmitteln bei gleichzeitiger Kooperation mehrerer Lehrstühle und benachbarter Universitäten.

Die DFG beschloß am 8. 12. 67, einen Sonderforschungsbereich »Kernphysik schwerer Ionen« (Darmstadt – Marburg – Frankfurt) zu akzeptieren unter der Bedingung, daß der Schwerionenbeschleuniger in Hessen errichtet wird. Tatsächlich wurde bis 1970 kein einziger Sonderforschungsbereich mit kernphysikalischer Arbeitsrichtung eingerichtet.[200] Offenbar hat der Wissenschaftsrat die auf anderen Wegen, insbesondere durch das BMwF erfolgende Finanzierung der Kernforschung für ausreichend erachtet.

IV.3.4 KAH: Sonstige wissenschaftliche und wissenschaftspolitische Aktivitäten 1967

Während des Jahres 1967 standen die Bemühungen um Fördermittel bei Bund, Land Hessen und Wissenschaftsrat/DFG im Mittelpunkt der Aktivitäten der KAH und ihrer Mitglieder. Dementsprechend spielten bei den internen Diskussionen – die KAH traf sich zu etwa 10 Vollsitzungen; außerdem gab es eine größere Anzahl brieflicher, telefonischer und persönlicher Kontakte einzelner ihrer Mitglieder – Fragen der Entwicklungstendenzen in der öffentlichen Forschungspolitik und der optimalen wissenschaftspolitischen Taktik eine wichtige Rolle. Einen weiteren Schwerpunkt bildete die Diskussion über wissenschaftliche Fragen (Beschleunigertypen, Forschungsprogramme) sowie über Struktur- und Standortfragen im Zusammenhang mit dem geplanten zentralen Institut.

Wir gehen auf Inhalt und Ablauf der Diskussionen nicht näher ein, sondern kennzeichnen nur kurz den am Jahresende 1967 erreichten Stand.[201] Die KAH war sich einig in dem Wunsch, im hessischen Raum ein Forschungsprogramm in Zusammenarbeit von Experimentatoren und Theoretikern

aufzubauen, welches eine verbesserte, fortgeschrittene (graduate) Ausbildung ermöglichen und verhindern sollte, daß die »guten Leute« alle an Zentren abwandern. Dazu sei es nötig, als Kristallisationspunkt ein in den Universitätsrahmen passendes Projekt zu schaffen. Dies könne nur ein gemeinsam genutzter Großbeschleuniger sein; ohne eine gemeinsam genutzte große Maschine bleibe die Zusammenarbeit leer und ohne Zwang. Nach intensiven Diskussionen über physikalische Eigenschaften, erreichbare Strahlparameter und technische Realisierungsmöglichkeiten verschiedener Beschleunigertypen, unter Berücksichtigung der über die fortgeschrittensten Schwerionen-Projekte in USA und der UdSSR verfügbaren Informationen, legte sich die KAH am 4. 11. 67 endgültig darauf fest, die Realisierung des im Entwurf für das *3. Atomprogramm* vorgesehenen Schwerionenbeschleunigers anzustreben. Mögliche kleinere Alternativprojekte wurden fallengelassen (»alles oder nichts«). Ein universeller Schwerionenbeschleuniger – so die KAH – biete ein äußerst reichhaltiges Forschungsprogramm und ermögliche, in vielen Bereichen in Neuland vorzustoßen. (Die KAH hatte in ihre Überlegungen über Forschungsprogramme neben Kernphysik mittlerweile auch Atomphysik, Kern- und Radiochemie sowie Festkörperphysik einbezogen. Erste konkrete Vorschläge für Experimente waren bereits in der Planung.)

Die KAH strebte an, in dem zu errichtenden zentralen Institut für die Kernphysiker der Hochschulen Darmstadt, Marburg und Frankfurt ein möglichst weitgehendes und – unabhängig vom Standort – paritätisches Haus- und Nutzungsrecht (Anteil an der Strahlzeit) zu bekommen. Die Leitung des Zentrums sollte in den Händen eines aus den Kernphysik-Ordinarien der drei Hochschulen zu bildenden wissenschaftlichen Rates liegen. Die KAH hatte zwar schon bis ins einzelne gehende Diskussionen über alle mit Errichtung und Betrieb (für Forschung und Ausbildung) des Zentrums verbundenen organisatorischen, technischen, baulichen und personellen Fragen geführt. Doch waren die Vorstellungen noch nicht so ausgereift, daß sie bereits einen konkreten Strukturvorschlag machen konnte.

Als Standortvorschläge wurden Gelände in Darmstadt, Marburg und Frankfurt diskutiert. Die in der KAH kooperieren-

den Physiker versuchten, durch Kontakte mit Universitätsbauverwaltungen und kommunalen Behörden möglichst konkrete und attraktive Standortangebote an ihrem jeweiligen Heimatort zu bekommen. Bei dieser Standortkonkurrenz machten sie – wie könnte es anders sein – von allen vorhandenen Kontakten zu einflußreichen Persönlichkeiten aus Politik und Wirtschaft Gebrauch.

IV.3.4.1 Die Entwicklung der KAH

Bei Erhaltung der »Stamm-Mannschaft« entstanden am Rande der KAH einige losere Kooperationsbeziehungen.

Bereits Ende 1966 meldeten Kernphysiker der Universität Gießen »Interesse und Glückwunsch«[202] zur Initiative der KAH an. Sie äußerten den – von der KAH akzeptierten – Wunsch, künftig durch einen Vertreter an der KAH zu partizipieren. Im übrigen zeigten sie Verständnis, daß Gießen aus taktischen Gründen nicht mit als Antragsteller in Erscheinung trete;[203] sie befürchteten sogar, daß wegen der seinerzeitigen krisenbedingten Finanzknappheit der Aufbau des gerade neu beschafften Gießener Elektronen-Linearbeschleunigers gestoppt werden würde. Auch Biophysiker der Universität Gießen begannen sich für das Schwerionenprojekt zu interessieren. Es kam jedoch zu keiner über Informationsaustausch hinausgehenden Kooperation.

Dagegen mündeten erste Kontakte der KAH mit Kernchemikern (Prof. Lieser – TH Darmstadt, Prof. Herrmann – Universität Mainz)[204] später in eine engere Kooperation. Lieser übermittelte der KAH eine sehr positive Stellungnahme zum Memorandum *KAH I* und machte Vorschläge für ein kern- und radiochemisches Arbeitsprogramm am Schwerionenbeschleuniger (Chemie superschwerer Elemente, Kernspaltung, Untersuchung neuer sehr neutronenreicher und neutronenarmer Nuklide, Chemie »sehr heißer Atome«, Schwerionen-Strahlenchemie, Chemische Hilfe bei kernphysikalischen Untersuchungen).[205]

Die KAH bemühte sich, Schmelzer zur kontinuierlichen Mitarbeit zu gewinnen; allerdings nur mit halbem Erfolg. Im Anschluß an die Sitzung des AK II/1 und seines Beschleuniger-Ausschusses vom 9. 1. 67[206] – Schmelzer gehörte beiden

Gremien an – berichtete Schmelzer der KAH erneut über Stand und Perspektiven des UNILAC-Projekts. Noch im Januar 1967 lud die KAH Schmelzer ein, zur Realisierung eines »Optimal-LINAC für Schwerst-Ionen« mit ihr »paritätisch« zusammenzuarbeiten. Das KAH-Projekt gebe »nach dem bisherigen Verlauf [...] Anlaß zu Hoffnungen«. »[...] die im Forschungsministerium angeschnittene [...] Frage einer Beteiligung von Baden-Württemberg (solle) jetzt nicht berührt werden [...], da daraus nur Verzögerungen zu erwarten«[207] seien.

Schmelzer erbat zunächst eine Bedenkzeit, nahm aber weiterhin an KAH-Sitzungen teil. Am 10. 3. 67 beantwortete er die Einladung der KAH zwar im Grundsatz positiv, aber doch ausweichend. Schmelzer führte aus, daß ihm »in erster Linie an der Errichtung eines Schwerionenbeschleunigers in der BRD (liege), [...] ohne Rücksicht auf den Ort«. Daher sei es »selbstverständlich, daß alle Ergebnisse und Unterlagen« seiner Studiengruppe der KAH »als der zur Zeit allein aktiv interessierten Gruppe zur Verfügung stehen« und daß er bereit sei, »die KAH in allen diesbezüglichen Fragen zu beraten«. Wegen der rapide anwachsenden ausländischen Konkurrenz – in etwa 4 Jahren würden die USA, möglicherweise aber auch die UdSSR über dem UNILAC äquivalente Hilfsmittel verfügen – erscheine es ihm »zwingend, das deutsche Schwerionenprojekt so schnell wie möglich zu realisieren«. Es sei »dringend notwendig, daß die KAH innerhalb eines Jahres den Bau des Schwerionenbeschleunigers sowohl in finanzieller als auch in personeller Hinsicht sicherstellt und die Standortfrage abschließend klärt, so daß mit den Arbeiten spätestens Mitte 1968 begonnen werden kann«. Andernfalls müßte »im Interesse der Sache auch die Frage eines anderen Rechtsträgers und eines anderen Standortes ernstlich erwogen werden«.[208]

Der Schluß des Briefes macht deutlich, daß Schmelzer seine Stellung – aufgrund des weit fortgeschrittenen Standes der UNILAC-Entwicklung, aufgrund der positiven Einschätzung durch angesehene Physiker und maßgebliche Mitglieder des atompolitischen Lenkungsapparates sowie aufgrund der sich abzeichnenden Realisierung eines Schwerionenbeschleunigers im kommenden *3. Atomprogramm*[209] – mit Recht für sehr

stark hielt: »Art und Umfang der Teilnahme meiner Mitarbeiter, sowie meine eigene Teilnahme an einer Realisierung des Schwerionenprojektes durch die KAH müssen zukünftigen Verhandlungen vorbehalten bleiben. Auf jeden Fall bin ich bereit, die wissenschaftlich-technische Betreuung des Projektes in einer noch näher zu klärenden Form zu übernehmen.«[210]

Es gibt mehrere Gründe dafür, daß Schmelzer sich nicht einfach der KAH anschloß. Zunächst einmal besaß er, was ja auch am Schluß seines Briefes zum Ausdruck kommt, in bezug auf das Schwerionenprojekt seit Jahren eine wissenschaftlich und wissenschaftspolitisch starke Stellung.[211] Ihm war hauptsächlich an einer schnellen und kompetenten Errichtung des UNILAC gelegen. Insbesondere unter dem letzteren Gesichtspunkt tendierte er wohl dazu, den UNILAC an ein bestehendes Zentrum (MPI für Kernphysik in Heidelberg; später auch das Kernforschungszentrum Karlsruhe) anzuhängen, da dort projektgewohnte ingenieurmäßig ausgerichtete Teams für Bau und Betrieb eines Großbeschleunigers bereits vorhanden waren. Demgegenüber war die KAH ausschließlich an der Nutzung des Beschleunigers interessiert, hatte aber hinsichtlich Errichtung und Betrieb kaum Kompetenzen anzubieten. Zudem war die KAH noch nicht einmal zum UNILAC entschlossen[212]; so hatte sie in ihrer Einladung an Schmelzer von einem »Optimal-LINAC« gesprochen. Nicht nur aus beschleunigerpolitischen, sondern vor allem auch aus standortpolitischen Erwägungen wurde von der KAH – besonders den Frankfurtern – die in Frankfurt betriebene HELAC-Entwicklung stark in den Vordergrund geschoben. Deren Protagonist Klein nahm regelmäßig an den KAH-Sitzungen teil. Die Schmelzer offensichtlich abschreckende handfeste Frankfurter Interessenvertretung kam auch in einem vermutlich von Greiner und Beck inspirierten Artikel in der *FAZ* zum Ausdruck.[213]

Der Artikel enthielt kräftiges und deutliches Lob für die hessischen Kernphysiker, allen voran Greiner und Beck, deren »intensive theoretische Untersuchungen zur Frage der Erzeugung ultraschwerer künstlicher Elemente«[214] herausgestrichen wurden. Von Schmelzer war überhaupt nicht die Rede.

Tatsächlich hat Beck nie über »ultraschwere künstliche Elemente« gearbeitet. Greiner und Mitarbeiter hatten zwar zu dieser Zeit erste Untersuchungen zur Schwerionen-Kernphysik bereits begonnen[215], doch erschienen ihre ersten einschlägigen Veröffentlichungen erst im Herbst 1968.[216] Noch in seinem Beitrag zum Memorandum *KAH I* vom November 1966 hatte Greiner sich fast ausschließlich auf die Arbeiten anderer Autoren gestützt.

Insgesamt kann man sagen, daß unter Schmelzers Interessen, den UNILAC möglichst schnell und kompetent zu errichten, die KAH ein sehr unsicherer Verbündeter war.

An mehreren Sitzungen der KAH nahm H. J. Rose teil, Professor für experimentelle Kernphysik an der Universität Oxford, der einen Ruf auf einen Lehrstuhl am IKF hatte.[217] Rose stand den Planungen der KAH, die er für zu unsicher und »eine Nummer zu groß« hielt, skeptisch gegenüber. Zwar befürwortete auch er eine Universitäten-Kooperation, wollte aber »konventionelle Routinephysik« nicht ausschließen. Neben Plänen zur Errichtung eines größeren »Super-Tandem« durch eine englische Gruppe offerierte Rose einen in Aldermaston (England) laufenden Beschleuniger zum Kauf. »Die Engländer erwiesen sich aber als zu geschäftstüchtig«.[218] Und nach der am 4. 11. 67 von der KAH getroffenen Entscheidung »Schwerionenbeschleuniger oder nichts« schlief die Zusammenarbeit wieder ein.

Für den weiteren Fortgang der KAH-Initiative war es von kaum zu überschätzender Bedeutung, daß Schopper den wohl einflußreichsten Mann der atompolitischen Szene, Karl Winnacker (seinerzeit Vorstandsvorsitzender der Farbwerke Hoechst, Präsidiumsmitglied der DAtK, Präsident des DAtF), für die Unterstützung des KAH-Projektes gewinnen konnte.[219] Winnacker äußerte sich – von Schopper brieflich und durch das Memorandum *KAH I* über das KAH-Projekt unterrichtet – sehr positiv zu der geplanten Universitäten-Kooperation und insgesamt zu der Schwerionen-Kernphysik, da sie neuartig sei. Er sagte Schopper zu, sich im Rahmen seiner Möglichkeiten für die KAH zu verwenden. Z. B. versprach Winnacker, nach Verabschiedung des *3. Atomprogramms* brieflich bei Zinn zu intervenieren. Darüber hinaus versuchte Schopper, Winnackers Einfluß zugunsten eines Frankfurter

Standortes zu gewinnen, indem er andere Vorstandsmitglieder der Farbwerke Hoechst, zu denen er gute Beziehungen unterhielt, über die scharfe Standortkonkurrenz zwischen Darmstadt, Marburg und Frankfurt unterrichtete und hervorhob, daß in diesem Zusammenhang »gute Diplomatie« nötig sei.

IV.4 Die Initiative der GfK[220] zur Errichtung eines Schwerionenbeschleunigers

Treibende Kraft bei den Bemühungen zur Errichtung eines Schwerionenbeschleunigers im Kernforschungszentrum Karlsruhe war Prof. Dr. K. H. Beckurts, Direktor des Instituts für Angewandte Kernphysik des KFZK.[221] Beckurts legte am 2. 10. 67 dem Wissenschaftlichen Rat[222] der GfK ein Memorandum *Zur Frage der Errichtung eines Schwerionen-Beschleunigers im KFZK* vor, welches zur Grundlage aller weiteren einschlägigen Aktivitäten wurde.
Den Hintergrund für den von Beckurts gegebenen Anstoß bildeten Kontakte mit Prof. Dr. P. Armbruster, seinerzeit Direktor am Institut für Festkörper- und Neutronenphysik der KFA Jülich.[233] Beckurts und Armbruster saßen – neben anderen – im Wissenschaftlichen Rat des ILL in Grenoble.[224] Da hier die Franzosen »dominierenden Einfluß«[225] besaßen, regte Armbruster an, in der BRD ein alternatives Projekt vergleichbarer Größenordnung in Gang zu setzen. Armbruster arbeitete experimentell auf dem Gebiet der Kernspaltung und war daher auch sehr an der Kernphysik mit Schwerionen interessiert.[226] [227] Bereits 1964 schlug er in informellen Gesprächen, u. a. mit Beckurts, vor, in der BRD einen Schwerionenbeschleuniger zu errichten. Doch belehrten ihn verschiedene Kontakte, u. a. mit Schmelzer, daß es für ein solches Projekt noch zu früh sei.[228] Obwohl diese Initiative also zunächst über das Stadium informeller Gespräche nicht hinauskam, begründete sie ein Interesse von Armbruster und Beckurts am Fortgang der Schwerionenbeschleuniger-Entwicklungen und war der Anlaß für eine spätere Zusammenarbeit.
Im Jahre 1967 trat in der BRD die Diskussion über die Errichtung eines Schwerionenbeschleunigers in ein entschei-

dendes Stadium. Im KFZK war man über alle Entwicklungen genau unterrichtet; die Direktoren des Instituts für Experimentelle Kernphysik des KFZK, Prof. Dr. A. Citron und Prof. Dr. H. Schopper,[229] [230] waren als Mitglieder des AK II/1 »Physik« der DAtK[231] an dessen Empfehlung beteiligt, während des *3. AtP* einen Schwerionenbeschleuniger zu errichten. Mit seinem Memorandum *Zur Frage ...* ergriff dann Beckurts die Initiative.[232]

Beckurts führt aus, daß das KFZK mit dem – ab 1958 von der AEG entwickelten, im November 1964 an die GfK übergebenen – 50–MeV-Isochron-Zyklotron zwar über ein »außerordentlich leistungsfähiges Forschungsinstrument auf dem Gebiet der Niederenergie-Kernphysik« verfüge. Da in den kommenden Jahren jedoch »zahlreiche wesentlich leistungsfähigere« Maschinen in Betrieb gehen würden, das mit dem Karlsruher Zyklotron zugängliche Forschungsgebiet aber bald »weitgehend durchgearbeitet« sein werde, werde man »etwa um das Jahr 1970 herum nicht mehr voll konkurrenzfähig sein«.[233] »Um die führende Stellung des Kernforschungszentrums Karlsruhe auch auf dem Gebiet der Niederenergie-Kernphysik für einen längeren Zeitraum sicherzustellen, wird in diesem Memorandum der Vorschlag zur Diskussion gestellt, die Errichtung eines sogenannten Schwerionenbeschleunigers im Kernforschungszentrum zu betreiben.«[234]

Das Memorandum macht dann Ausführungen über die möglichen Anwendungsgebiete eines Schwerionenbeschleunigers in den Disziplinen Kernphysik, Kernchemie und Festkörperphysik. Aus den vorgeschlagenen Forschungsgebieten werden folgende Anforderungen an den Beschleuniger abgeleitet:

– Beschleunigung aller Atome bis Z = 92 (Uran).
– Variable und präzise definierbare Endenergie bis 7 MeV/A.
– Strahlstrom von etwa 10^{13} Teilchen pro Sekunde.

Die Denkschrift geht dann kurz auf die verschiedenen in der internationalen Diskussion (USA, UdSSR, Frankreich, BRD) befindlichen Vorschläge für diesen Anforderungen gerecht werdende Beschleuniger ein. Sie kommt zu dem Schluß, daß das Schmelzersche UNILAC-Konzept das »bei weitem erfolgversprechendste« ist; diese Frage bedürfe jedoch noch einer »sehr sorgfältigen Untersuchung«[235].

Hinsichtlich der Realisierbarkeit eines Schwerionenbe-

schleunigers unter wissenschaftspolitischen Gesichtspunkten hebt das Memorandum hervor, daß ein solches Projekt in der BRD »bereits seit geraumer Zeit in der Diskussion«[236] und seine Verwirklichung im Vorschlag für das *3. Atomprogramm* enthalten sei. Bisher gebe es als Interessenten nur eine Gruppe hessischer Kernphysiker. Wegen der hohen Kosten – größenordnungsmäßig 100 Mio. DM – und der Unsicherheiten über den Standort seien die Chancen einer kurzfristigen Realisierung gering. Demgegenüber seien die Kosten bei Errichtung im KFZK »wesentlich geringer«, da auf vorhandene Infrastruktur zurückgegriffen werden könne. Beckurts schätzt:

Beschleuniger	ca. 20,5 Mio. DM
Gebäude	ca. 18,0 Mio. DM
Wissenschaftliche Erstausstattung und Unvorhergesehenes	ca. 6,5 Mio. DM
Gesamte Projektkosten	ca. 45,0 Mio. DM[237]

Der Beschleuniger könnte – so Beckurts – »als eine zentrale Einrichtung des Kernforschungszentrums – ähnlich wie Zyklotron und FR 2[238] – betrieben werden«[239]. »An seiner Benutzung interessiert wären wohl (! – diese Wendung legt die Vermutung nahe, daß Beckurts sich vor seiner Initiative nicht oder kaum mit den betreffenden Instituten in Verbindung gesetzt hatte. Diese Vermutung wird gestützt durch die Behandlungsweise von Beckurts' Vorschlag im Wissenschaftlichen Rat, siehe unten.) vor allem die Institute IAK, IEKP, IHCH, IRCH.[240]«[241] Diese würden »mindestens 50% der Strahlzeit« ausnutzen können. Im übrigen hätte die wissenschaftliche Nutzung »in enger Zusammenarbeit mit benachbarten Hochschulen, insbesondere mit der Universität Heidelberg«[242] zu erfolgen.

Das Memorandum kommt zu dem Schluß, daß »die baldige Errichtung eines Schwerionen-Beschleunigers im Kernforschungszentrum Karlsruhe empfehlenswert« sei, und schlägt vor, daß »umgehend eine Studiengruppe aus Mitarbeitern des Zentrums und auswärtigen Fachleuten gebildet wird, die das Projekt eingehender untersuchen und innerhalb von etwa 6 Monaten einen konkreten Vorschlag unterbreiten (soll)«[243]. »Diese Gruppe sollte den geeignetsten Beschleunigertyp aus-

wählen und nach Wegen für seine schnellstmögliche Erstellung, unter frühzeitiger Einschaltung der Industrie, suchen. Sie sollte ferner die mit der Aufstellung des Beschleunigers im Kernforschungszentrum zusammenhängenden Probleme, insbesondere die Baumaßnahmen, untersuchen, die Kosten genauer ermitteln und einen vorläufigen Zeitplan aufstellen.

Es wird außerdem empfohlen, daß »die Gesellschaft (d. h. die GfK; K. P.) im Rahmen der Erhebungen für die mittelfristige Finanzplanung (1968-1972) einen Betrag von 45 Mio. DM für Entwicklung, Bau und Erstausstattung des Schwerionenbeschleunigers vorsorglich anmeldet.«[244]

Am 2. 10. 67 legte Beckurts dem Wissenschaftlichen Rat der GfK sein Memorandum vor. Es gelang ihm, gegen starken Widerstand, eine Mehrheit für die Bildung einer Studiengruppe zu bekommen, die – auf der Grundlage des von Beckurts entwickelten Konzeptes – einen konkreten Vorschlag für die Errichtung eines Schwerionenbeschleunigers im Kernforschungszentrum Karlsruhe erarbeiten sollte.[245]

Im KFZK gab es starke Kräfte, die am Schwerionenbeschleuniger völlig uninteressiert waren oder – weil sie alternative Großprojekte betrieben – sogar mit Nachdruck dagegen opponierten. Insbesondere waren H. Schopper und A. Citron – die Direktoren des Instituts für Experimentelle Kernphysik, dem eine entscheidende Rolle bei der wissenschaftlichen Nutzung hätte zufallen müssen – nicht am Schwerionenbeschleuniger interessiert. Sie verfolgten in Zusammenarbeit mit der AEG Pläne, einen Protonenbeschleuniger für Energien von 200 bis 300 MeV zu errichten. Als weiteres Großprojekt kernphysikalischer Grundlagenforschung war im KFZK ein Ausbau des vorhandenen Zyklotrons in der Diskussion. Es wurde erwogen – ebenfalls in Zusammenarbeit mit der AEG – ein weiteres Isochron-Zyklotron als Nachbeschleuniger zu erstellen.[246] Schließlich bemühte man sich um die Errichtung eines während des 2. Atomprogramms zur Baureife entwickelten 40 GeV-Protonenbeschleunigers[247], bzw. eines supraleitenden 7 GeV-Linearbeschleunigers.

Die aufgrund eines Mehrheitsbeschlusses im Wissenschaftlichen Rat im Auftrag von Wissenschaftlichem Rat und Geschäftsführung[248] der GfK gebildete Studiengruppe Schwerionenbeschleuniger bestand aus folgenden Mitglie-

dern:[249] P. Armbruster (KFA Jülich), K. H. Beckurts (KFZK), H. Brückmann (KFZK), E. Heinicke (Heidelberg), H. Miessner (KFZK), G. Schatz (KFZK)[250], A. Schmidt (KFZK), G. Wolf (Heidelberg).

Die Mitarbeit Armbrusters kam aufgrund einer entsprechenden Aufforderung durch Beckurts zustande.[251]

Die Studiengruppe Schwerionenbeschleuniger nahm ihre Tätigkeit unverzüglich auf. Sie beschäftigte sich – in monatlich 2 bis 4 Sitzungen – ausschließlich mit fachwissenschaftlichen und ingenieurmäßigen Problemen, nicht aber mit wissenschaftspolitischen Fragen. Die Studiengruppe wurde nicht einmal über die mit der Errichtung eines Schwerionenbeschleunigers im KFZK zusammenhängenden wissenschaftspolitischen Fragen – z. B. das einschlägige Zusammenwirken des KFZK mit dem BMwF und dessen Beratergremien sowie mit der baden-württembergischen Landesregierung – unterrichtet.[252] Es wurde eine bemerkenswerte Arbeitsteilung praktiziert zwischen der Ausarbeitung der fachwissenschaftlichen Aspekte (Forschungsgeräte und -programme) einerseits und den Bemühungen um Institutionalisierung eines Schwerionenlabors andererseits. Alle wissenschaftspolitischen Aktivitäten lagen in den Händen einzelner Wissenschaftler (z. B. Beckurts) oder nicht-fachwissenschaftlicher Wissenschaftsmanager (vor allem Greifeld)[253].

Die Studiengruppe befaßte sich vor allem mit folgenden Fragestellungen[254]:

1. Welche Schwerionen-Beschleuniger-Projekte werden in der internationalen nuclear physics community verfolgt? Welcher Beschleunigertyp ist im Hinblick auf wissenschaftliche Nutzung und technische Realisierbarkeit am geeignetsten?
2. Welche wissenschaftlichen und technischen Forschungen werden durch einen Schwerionenbeschleuniger ermöglicht?
3. Notwendige Baumaßnahmen und Erstellungskosten.

Im Vordergrund stand dabei die Frage nach dem Beschleunigertyp.[255] Die Studiengruppe erarbeitete eine umfassende Übersicht über alle in USA, der UdSSR, Frankreich und der BRD schon existierenden Schwerionenbeschleuniger sowie über die verschiedenen in Entwicklung und Vorbereitung befindlichen Projekte. Sie führte eine intensive Diskussion

über Vorzüge und Nachteile der verschiedenen Beschleunigertypen.

Bald konzentrierte sich das Interesse auf den UNILAC der Gruppe Schmelzer und auf den HELAC der Gruppe Klein. Beide Gruppen wurden ins KFZK eingeladen, um über Stand und Perspektiven ihrer Arbeiten zu berichten. Nach längeren Diskussionen tendierte die Studiengruppe schließlich zum UNILAC, der insgesamt »vertrauenswürdiger« erschien. Den Ausschlag gab dabei, daß der UNILAC-Vorschlag bereits seit längerer Zeit auch unter ingenieurmäßigen Gesichtspunkten intensiv durchgebildet worden war; auch wirkte die ingenieurmäßige Ausrichtung und das Projektdenken innerhalb der UNILAC-Gruppe »sehr überzeugend«.[256] [257] Demgegenüber befand sich das HELAC-Projekt noch weitgehend in den Händen von Vertretern der angewandten Physik.

Differenzen zwischen Schmelzer und der Studiengruppe gab es allerdings hinsichtlich der Vorstellungen über die Abwicklung der UNILAC-Errichtung. Die Studiengruppe war der Ansicht, daß das Gesamtprojekt einer Industriefirma als Generalunternehmer übergeben werden sollte, wie es üblicherweise bei Großanlagen in Karlsruhe gehandhabt wurde.[258] Schmelzer stand dem skeptisch gegenüber; er hielt die Industrie nicht für hinreichend kompetent und plädierte dafür, die Verantwortung für das Gesamtprojekt bei den maßgeblichen Wissenschaftlern zu belassen; die Industrie sollte immer nur Einzelaufträge für Komponenten erhalten.

Die Studiengruppe schloß ihre Tätigkeit im August 1968 ab mit der Vorlage eines Memorandums *Zur Erstellung eines Schwerionenbeschleunigers im Kernforschungszentrum Karlsruhe*.[259] Erst nach dessen Fertigstellung – nämlich im September 1968 – stellte die GfK durch ihren Geschäftsführer Greifeld einen förmlichen Antrag beim BMwF (Stoltenberg) auf Errichtung eines Schwerionenbeschleunigers im KFZK. Allerdings waren die einschlägigen Bemühungen des KFZK bereits frühzeitig, wahrscheinlich schon Ende 1967, im BMwF über informelle Kanäle bekannt. Es gibt sogar Hinweise darauf, daß die Initiative des KFZK für ein Schwerionenbeschleuniger-Projekt durch die »CSU-Mafia« des BMwF mit angestoßen worden ist[260], die verhindern wollte, daß der Schwerionenbeschleuniger ins SPD-regierte »rote« Hessen kommt und

statt dessen einen baden-württembergischen Standort bevorzugte.[261]

Zwischen KFZK und BMwF gab es besonders enge parteipolitisch motivierte Verbindungen. Das KFZK galt als »Lieblingsobjekt«[262] von Minister Stoltenberg und wurde »mit Vorrang«[263] gefördert. Die Präferenz des BMwF für Karlsruhe rührte noch aus der Gründungsphase her, in der CSU-Leute sowohl im damaligen BMAt als auch in Karlsruhe großen Einfluß besaßen.[264] Im Aufsichtsrat der GfK[265] saßen mehrheitlich der CDU und CSU angehörende bzw. nahestehende Politiker[266] und Staatsbeamte[267]; der einzige dort vertretene Wissenschaftler – Prof. Haxel (Heidelberg) – war ein Duzfreund von Strauß.[268]

Während für die anfängliche schleppende Behandlung des KAH-Antrages im BMwF die krisenbedingte öffentliche Finanzknappheit verantwortlich war, dürfte die Verzögerungstaktik des BMwF ab Herbst 1967 durch die Karlsruher Vorbereitungen eines Schwerionenbeschleuniger-Projektantrages bestimmt gewesen sein. Offenbar wollte das BMwF Zeit gewinnen, damit die Karlsruher ihre Vorstellungen so weit ausreifen lassen konnten, daß sie überhaupt zu den bereits längere Zeit aktiven hessischen Kernphysikern in Konkurrenz würden treten können.

Den Kern von Greifelds Antrag an Stoltenberg vom September 1968 auf Errichtung eines Schwerionenbeschleunigers im KFZK bildete das von der Karlsruher Studiengruppe ausgearbeitete Memorandum.[269] Hinzu kam ein von Schmelzer verfaßter »Diskussionsbeitrag zur Standortfrage«[270]. Das Memorandum schlägt die »umgehende Errichtung des in Heidelberg entwickelten UNILAC-Linearbeschleunigers für schwere Ionen im KFZK« vor. Der UNILAC sei »für viele Institute des Kernforschungszentrums ein auf lange Zeit unentbehrliches Forschungsinstrument«. »Gleichzeitig sollte der Beschleuniger allen interessierten deutschen Hochschulen und Forschungsinstituten zur Verfügung stehen.«[271] Das Memorandum gibt eine ausführliche wissenschaftliche Begründung des Projekts, indem es einen differenzierten Katalog von mit dem Schwerionenbeschleuniger zu bearbeitenden Forschungsprogrammen in den Disziplinen Kernphysik, Radiochemie, Festkörperphysik und kernphysikalische Materialforschung be-

nennt. Dabei stützt es sich auf in der Literatur diskutierte Forschungsprogramme, vor allem auf die in Vorschlägen anderer, hauptsächlich US-amerikanischer, Forschergruppen gemachten Ausführungen.

Aus den beabsichtigten Forschungsprogrammen werden die Anforderungen an den Beschleuniger abgeleitet.[272] Zusammengefaßt sind die gewünschten Spezifikationen folgende:

– Massenbereich: $10 \leq A \leq 238$.
– Energie: kontinuierlich einstellbar im Bereich 1,5 MeV/A $\leq E \leq$ 8 MeV/A.
– Energieschärfe: $\Delta E/E \approx 10^{-3}$
– Strom: 10^{13} pro Sekunde.
– Mikrostruktur: ohne Nachteil.
– Tastverhältnis: möglichst nahe bei 1.

Es folgt eine ausführliche Diskussion der bei der Schwerionenbeschleunigung auftretenden Probleme. Auf der Grundlage umfangreicher Literaturstudien – die Liste zu diesem Thema umfaßt 68 Titel, darunter zahlreiche ausländische Memoranden über Schwerionen-Projekte – wird eine Übersicht über die verschiedenen Schwerionenbeschleuniger-Typen und -Projekte gegeben. Die vergleichende Beurteilung kommt zu dem Schluß, daß das UNILAC-Projekt die »geeignetste Lösung« darstellt. Die »ausschlaggebenden«[273] Gründe hierfür sind:
»– Der UNILAC erfüllt alle [...] Anforderungen an den Beschleuniger und hat daneben entscheidende technische Vorteile gegenüber den meisten anderen Vorschlägen.
– Dieser Typ ist aufgrund der langjährigen Heidelberger Vorarbeiten nahezu bis zur Baureife entwickelt und ist damit wesentlich früher fertigzustellen als einer der anderen Beschleunigertypen.
– Der UNILAC liegt auch im Hinblick auf die Baukosten günstiger, als die meisten anderen Beschleunigertypen [...]«[274]

Nach einem Überblick über erforderliche Experimentiereinrichtungen und Baumaßnahmen wird folgende Kostenschätzung gegeben:

Bau des Beschleunigers (nach Angaben der Heidelberger (Studiengruppe)	28,6 Mio. DM
Gebäudekosten (nach Berechnungen der Bauabteilung der GfK)	14,9 Mio. DM
Experimentiereinrichtungen	4,2 Mio. DM
Unvorhergesehenes (10%)	4,8 Mio. DM
Gesamt:	52,5 Mio. DM

Die jährlichen Betriebskosten werden auf 3,3 Mio. DM geschätzt, die gesamte Bauzeit auf vier Jahre. Damit könnte – trotz großer Anstrengungen in der Schwerionenforschung in vielen Laboratorien, besonders in den USA, der UdSSR und Frankreich – »bei sehr raschem Vorgehen der UNILAC-Beschleuniger einer der ersten in der Welt sein, der ein wirklich umfassendes Experimentieren mit allen Massen und in einem weiten Energiebereich ermöglicht«[275].

Hinsichtlich der Organisationsform schlägt das Memorandum vor, die restliche Entwicklung und den Bau des UNILAC gemeinsam von der Heidelberger UNILAC-Studiengruppe und der GfK durchzuführen. Dabei sollten frühzeitig Industriefirmen eingeschaltet werden. Die wissenschaftliche Nutzung solle in enger Zusammenarbeit zwischen dem KFZK und den verschiedenen interessierten Gruppen in der BRD erfolgen. Dazu könne eine besondere Organisationsform, z. B. ein eigener Wissenschaftlicher Rat, gebildet werden. Der eigentliche Betrieb des Beschleunigers könne durch die GfK erfolgen.

Schließlich geht das Memorandum – unter Bezugnahme auf die einschlägige Diskussion – auf die Standortfrage ein. Als Argumente für Karlsruhe werden besonders vorhandene Infrastruktur und Projekterfahrung herausgestellt; beides würde zu einer erheblichen Kosten- und Zeitersparnis bei der Errichtung des UNILAC führen. Weitere Standortvorteile für Karlsruhe seien das »beträchtliche wissenschaftliche Potential« des KFZK für die Nutzung des Beschleunigers sowie die »Tatsache«, daß »die an der Nutzung des Beschleunigers interessierten Universitäts- und Max-Planck-Institute überwiegend im südwestdeutschen Raum liegen«[276]. Als ausführliche Unterrichtung zum UNILAC-Projekt nennt das Memorandum einen »gleichzeitig von der UNILAC-Studiengruppe in Heidelberg herausgegebenen Bericht[277]«[278]. »Dieser

Bericht und die hier vorliegende Studie sind als ein Ganzes anzusehen.«[279]

Schmelzer unterstrich in einem gleichzeitig mit Antrag und Memorandum der GfK dem BMwF und seinen »Berater«gremien zugeleiteten »Diskussionsbeitrag zur Standortfrage«[280] nachdrücklich die im GfK-Memorandum genannten Argumente für die Errichtung des UNILAC im KFZK sowie die dort gemachten Vorschläge für die Organisation von Betrieb und Nutzung des UNILAC.[281]

IV. 5 Vorbereitung und Vollzug der Grundsatzentscheidungen zur GSI

Die entscheidende Phase der GSI-Entstehung wurde im März 1968 durch Forschungsminister Stoltenberg eingeleitet. In Briefen an die Ministerpräsidenten von Hessen und Baden-Württemberg gab er »grünes Licht« für den Schwerionenbeschleuniger und ersuchte die Länder um konkrete Standort- und Finanzvorschläge. Die KAH setzte daraufhin vielfältige Aktivitäten in Gang, um ihre Interessen möglichst wirksam zur Geltung zu bringen.

Unter Federführung des AK II/1 »Physik« der DAtK begann im Juni 1968 eine Phase intensiver Beratungstätigkeit über Programm, Struktur und Standort des zu errichtenden Schwerionenlabors. An den Beratungen waren auch ein vom AK II/1 ad hoc eingesetzter Ausschuß »Schwerionenbeschleuniger« sowie der AK II/2 beteiligt. Die Beratungsphase endete am 29. 10. 68 mit dem abschließenden Votum des AK II/1, daß der Schwerionenbeschleuniger »aus hochschulpolitischen und langfristig vor allem auch aus wissenschaftspolitischen Gesichtspunkten« nicht in Karlsruhe, sondern in Hessen (bei Darmstadt) errichtet werden solle. Stoltenberg war zunächst entschlossen, entgegen dem Votum des AK II/1 für Karlsruhe zu entscheiden. Es gelang der KAH jedoch, durch eine Serie massiver und teilweise dramatischer Interventionen, durch persönlichen Einsatz des hessischen Ministerpräsidenten Zinn und Winnackers, Stoltenberg zum Rückzug zu zwingen. Dieser setzte zunächst erneut einen Gutachterausschuß ein – eine ziemlich beliebte Taktik der Staatsverwaltung bei kniffligen

und kontroversen Entscheidungsproblemen. Die weiteren Auseinandersetzungen zwischen den um den Standort des Schwerionenbeschleunigers konkurrierenden Gruppen wurden mit »harten Bandagen« und unter Mobilisierung aller verfügbaren »Hilfstruppen« ausgetragen; sie fanden ihren Niederschlag in einer andauernden Pressepolemik.

Die endgültige Standortentscheidung fiel im Mai 1969 im Kabinett der Großen Koalition aus CDU/CSU/SPD. Die Bundesregierung votierte, im Einklang mit der Empfehlung des AK II/1, für Darmstadt – vermutlich allerdings nicht aus wissenschaftspolitischen oder sonstigen »sachlichen« Gründen, sondern aufgrund von koalitionspolitischen Konstellationen.

Nach einer weiteren Beratungsphase, in der vor allem Organisations- und Satzungsfragen geklärt wurden, erfolgte die Gründung der GSI als Rechtsträger des Schwerionenlabors durch den Bund und das Land Hessen am 17. 12. 69. Wir geben im folgenden einen detaillierten Bericht über den Fortgang der GSI-Entstehung von Anfang 1968 bis zur endgültigen Standortentscheidung im Mai 1969.

IV.5.1 Die Aktivitäten der KAH

Im März 1968 teilte Forschungsminister Stoltenberg den Ministerpräsidenten von Hessen und Baden-Württemberg brieflich mit, daß die Errichtung des Schwerionenbeschleunigers seine volle Unterstützung finde und nunmehr beginnen könne. Der Bund habe für diesen Zweck im Rahmen der mittelfristigen Finanzplanung Investitionsmittel in Höhe von 50 Mio. DM vorgesehen. Er sei bereit, 85 bis höchstens 90% der Investitions- und Betriebskosten (jährlich etwa 8 Mio. DM) zu tragen; der Rest müsse vom Sitzland aufgebracht werden. Der Bund erwäge auch eine etwa 20%ige EURATOM-Beteiligung im Rahmen eines Assoziationsvertrages.

Der Beschleuniger solle wissenschaftlich eng an die Hochschulen angeschlossen, jedoch unter einem eigenen Rechtsträger betrieben werden, der noch zwischen Bund und Sitzland ausgehandelt werden müsse. Als Standorte kämen – so Stoltenberg – Gelände in Baden-Württemberg oder Hessen in

Betracht; dabei denke er an Heidelberg oder an Marburg. Auf jeden Fall solle bei der Errichtung des Schwerionenbeschleunigers die Infrastruktur (administrative und technische Stäbe) des Kernforschungszentrums Karlsruhe genützt werden. Als Träger oder Standort des Schwerionenprojekts komme Karlsruhe allerdings »kaum« in Frage. Es liege jetzt bei den Landesregierungen, initiativ zu werden und konkrete Finanz-, Organisations- und Standortvorschläge zu machen. Am 3. 4. 68 empfing Stoltenberg Walcher (Marburg) und Schmelzer (Heidelberg) zu einer Unteredung, in der er ihnen die vom Bund getroffenen Entscheidungen mitteilte.

Im Anschluß daran entwickelte die KAH eine rege Aktivität. Sie bildete eine Kommission[282] für Verhandlungen auf Landes- und Bundesebene, bestehend aus (Vertreter in Klammern): Brix (Kankeleit), Schopper (Schütze), Walcher (Bock); falls auch Belange der Kernchemiker berührt sind zusätzlich Lieser (Starke). Zunächst ging es vor allem darum, die hessische Landesregierung zu einem nachdrücklichen Engagement in der Konkurrenz mit Baden-Württemberg zu bringen. Die KAH-Verhandlungskommission führte entsprechende Gespräche mit Ministerpräsident Zinn und Kultusminister Schütte. Auf Veranlassung Schoppers setzte sich Winnacker – wie früher vereinbart[283] – bei Zinn brieflich für die Errichtung des Schwerionenbeschleunigers in Hessen ein. Schon Anfang Mai 1968 konnte Winnacker Schopper darüber unterrichten, daß Zinn in einem Antwortschreiben »großes Interesse« bekundet habe.

Die hessischen Kernphysiker bemühten sich um eine möglichst rasche Konkretisierung von Standortvorschlägen. Dabei ging es nicht nur um die Konkurrenz zwischen Hessen und Baden-Württemberg, sondern ebenso um die Konkurrenz zwischen Darmstadt, Marburg und Frankfurt. Die Darmstädter KAH-Mitglieder hatten in Zusammenarbeit mit kommunalen Behörden einen Standortvorschlag für den Schwerionenbeschleuniger erarbeitet. Sie baten Zinn, das von ihnen in Aussicht genommene – landeseigene – Gelände in der Gemarkung Leonhardstanne nördlich von Darmstadt für das Projekt freizugeben.[284] Auch die Marburger konnten – in Briefen von Walcher an Stoltenberg, Zinn und Schütte – ein landeseigenes Gelände vorschlagen, das Universitäts-Erweiterungsgelände

auf den Lahnbergen. Frankfurt war in der Standortfrage sehr behindert. Trotz intensiver Bemühungen Schoppers bei den kommunalen Behörden – Stadtplanungsamt (Stadtrat Kampffmeyer), Oberbürgermeister Brundert, Regionale Planungsgemeinschaft Untermain – war kein geeignetes landeseigenes Gelände in Frankfurt greifbar. Zudem stand aufgrund traditioneller Rivalitäten zu befürchten, daß bei einem Standortvorschlag Frankfurt die hessische Landesregierung sich weniger nachdrücklich für das Projekt einsetzen würde als im Falle Darmstadt oder Marburg.[285]

Im Mai 1968 begann die KAH – unter Beteiligung Darmstädter und Marburger Kernchemiker – mit den Vorarbeiten für ein neues Memorandum als Grundlage für eine »Hessische Initiative«. Es wurde unter redaktioneller Federführung von Brix im Juli 1968 fertiggestellt.[286] Das Memorandum *KAH II* nennt gewichtige Gründe, die für Hessen als Standort für den Schwerionenbeschleuniger sprechen, und es macht zwei konkrete Standortvorschläge: »Leonhardstanne« bei Darmstadt-Frankfurt und »Lahnberge« bei Marburg.[287]

Einleitend resümiert die KAH die schon im Memorandum *KAH I* angeführten Argumente.[288] Es folgen kurze Bemerkungen über den UNILAC und die mit Hilfe eines »Beschleuniger(s), der[289] Ionen beliebiger Masse beschleunigt, eine ausreichende Intensität und Qualität des Strahles liefert und eine kontinuierliche Einstellung der Energie erlaubt«[290] zu eröffnenden Arbeitsfelder in verschiedenen naturwissenschaftlichen Disziplinen. Als zusätzlichen Gesichtspunkt für die Realisierung »eines solchen größeren Beschleunigerprojektes«[291] führt die KAH den dabei zu erwartenden »spin off« an: »Prof. Casimir, der Leiter der gesamten Philips-Laboratorien in Eindhoven, hat kürzlich in einem Vortrag bei CERN in Genf über Untersuchungen von Philips berichtet, welchen Ertrag die verschiedenen Gebiete der Grundlagenforschung für die allgemeine industrielle Weiterentwicklung haben. Dabei hat sich ergeben, daß sich gerade aus der Entwicklung von Beschleunigern mit ihren zahlreichen hohen technischen Anforderungen viele neuartige Fragestellungen und Fertigungsverfahren ableiten, so daß die Physik und Technik der Beschleuniger in der Spitzengruppe derjenigen Teilgebiete rangiert, die den technischen Fortschritt stimulieren.«[292/293]

Das Memorandum geht dann auf die »Gründe für die Errichtung des Schwerionenbeschleunigers in Hessen«[294] ein. Die KAH tritt den von ihr erwarteten Argumenten der Konkurrenz, daß eine Errichtung des Schwerionenbeschleunigers in Karlsruhe kostensparend sei, entgegen mit der Behauptung, daß die finanziell zunächst günstiger erscheinende Lösung gerade nicht die ökonomischere sei, weil sie verheerende Auswirkungen für die Hochschulen und ihre ökonomisch relevanten Ausbildungsfunktionen habe. Zwar sei »ernstlich zu erwägen, ob nicht der Bau des Beschleunigers an einem Standort in Hessen von einem bestehenden Kernforschungszentrum, etwa Karlsruhe, übernommen werden könnte«[295]. »Gegen den Standort an einem Großforschungszentrum sprechen jedoch gewichtige Gründe. Die zunehmende Aufwendigkeit naturwissenschaftlicher Forschung darf nicht dazu führen, die Hochschulen von modernen Forschungseinrichtungen mehr oder weniger auszuschließen.[296] Ausbildung von Physikern bedeutet Begegnung mit aktiver Forschung und ihren Methoden. [...] Man könnte meinen, daß diese Forschung an Forschungszentren durchgeführt werden sollte, wenn die Geräte zu aufwendig werden. Die Erfahrung hat aber wohl gezeigt, daß eine intensive Beteiligung der Hochschulen nur bei unmittelbarer Nachbarschaft zustande gekommen ist, sich sonst aber meist auf die Mitarbeit erfahrener Wissenschaftler beschränkte. [...] In Fächern mit kostspieligem Aufwand müssen sich die Institute einer Gruppe benachbarter Hochschulen deshalb zusammenschließen und zu einer gemeinsamen, von ihnen wissenschaftlich betriebenen, modernen Einrichtung unmittelbaren Zugang erhalten. Das geplante Schwerionenbeschleuniger-Laboratorium entspricht diesem Lösungsvorschlag und stellt für die Bundesrepublik Deutschland ein neues Konzept moderner Hochschulforschung dar.«[297] Das Memorandum verweist in diesem Zusammenhang auf ähnliche Vorbilder in USA, Kanada und der Schweiz. Es wird dann im einzelnen die Phalanx der an den antragstellenden Hochschulen Darmstadt, Marburg und Frankfurt vorhandenen Lehrstühle und Lehrstuhlinhaber vorgeführt, die an der Schwerionenforschung interessiert sind. »Zur Zeit sind 3 Lehrstühle für theoretische Physik, 8 für experimentelle Physik und 2 für Kernchemie mit ihren Lehrstuhl-

inhabern, Dozenten, wissenschaftlichen Mitarbeitern und Institutseinrichtungen bereit, ihre Hauptaktivität dem Schwerionenbeschleuniger zuzuwenden.«[298] Schließlich macht das Memorandum zwei konkrete Standortvorschläge: »Leonhardstanne« bei Darmstadt und »Lahnberge«, Marburg. Beide Gelände werden kurz in der Verkehrslage und den Erschließungsvoraussetzungen charakterisiert. »Die KAH bittet das Land Hessen, die beiden Geländevorschläge für die Errichtung des Schwerionenbeschleunigers im Rahmen der Verhandlungen mit dem Bund anzubieten und der Errichtung auf jedem der beiden Gelände nach Maßgabe der sachlichen Argumente zuzustimmen.«[299]

Das Memorandum *KAH II* wurde von der KAH dem BMwF, dessen Beratergremien und der hessischen Landesregierung (Ministerpräsident Zinn) zugeleitet. Zinn teilte daraufhin – nach Rücksprache mit seinem Finanzminister Osswald – Stoltenberg offiziell das Interesse des Landes Hessen an dem Schwerionenprojekt mit.

Im Spätsommer 1968 näherten sich die Beratungen über Programm, Struktur und Standort des zu errichtenden Schwerionenlabors im zentralen atompolitischen Lenkungsapparat – unter maßgeblicher Mitwirkung von mehreren KAH-Mitgliedern – der Entscheidung. Erste Voten von Untergremien des AK II/1 waren günstig für Hessen.[300]

Anfang September 1968 erhielt die KAH Kenntnis vom offiziellen Antrag der GfK an das BMwF auf Errichtung des Schwerionenbeschleunigers im KFZK.[311] Daraufhin schrieb Walcher umgehend an Stoltenberg, legte die Argumente der KAH gegen die Errichtung an einem bestehenden Zentrum dar und schlug vor, ein klärendes Gespräch »zwischen allen beteiligten und interessierten Wissenschaftlern und Ministerialbeamten« (Brief von Walcher an Stoltenberg, vom 12. 9. 68.) anzuberaumen. Schmelzer, der sich dem GfK-Antrag angeschlossen hatte, erläuterte der KAH brieflich noch einmal seine Argumente für eine Angliederung des Beschleunigers an ein Forschungszentrum.[302] Die KAH wandte sich durch Brix erneut an das hessische Kultusministerium mit der nachdrücklichen Bitte um entschiedene Vertretung der hessischen Interessen.[303]

Die KAH habe »mit Freude gehört, daß der Herr Minister-

präsident das Interesse des Landes an dem Projekt offiziell geäußert« habe. Angesichts des jetzigen »entscheidenden Stadiums« sollte das Land Hessen »konkrete Angaben über [...] Gelände und [...] Zeitpläne machen; [...] (auch die) Organisation [...] müßte sehr bald formuliert werden.« Die KAH wies noch einmal auf ihre Verhandlungskommission hin, die »für alle notwendigen Besprechungen [...] zur Verfügung steht«. Die KAH sei der Ansicht, daß sie »gegenüber Karlsruhe noch eine gute Chance« habe. »Aber die Zeit drängt. Wir bitten Sie höflich, dem Projekt Ihre besondere Aufmerksamkeit zu widmen und uns zu sagen, was auch wir beitragen können, um unsere hessischen Pläne jetzt mit Nachdruck voranzutreiben.«[304]

Die KAH erwog, ihren Standpunkt noch einmal nachdrücklich bei Forschungsminister Stoltenberg zur Geltung zu bringen. Sie entwarf einen – freilich nicht abgesandten – Brief, in dem sie ihre »große Sorge«[305] um die Standortfrage ausdrückte und bat, ihre Argumente bei Stoltenberg »persönlich« vortragen zu dürfen. Der Briefentwurf der KAH hob die langen und intensiven Vorarbeiten der Hessen sowie die große Anzahl engagierter und stark an Schwerionenforschung interessierter Wissenschaftler hervor, die das Labor in Hessen tragen würden. Demgegenüber seien Aktivität und Interesse auf diesem Gebiet in Karlsruhe »plus-minus-null«[306], kaum jemand von den renommierten Wissenschaftlern im KFZK interessiere sich für den Schwerionenbeschleuniger. Weiterhin gebe es in Frankfurt einen ebenso fertigungsreifen Beschleunigerentwurf wie den Schmelzerschen (Dänzer/Klein). Schließlich sei Darmstadt ein zentraler Standort und wesentlich verkehrsgünstiger gelegen als Karlsruhe.

Hinsichtlich der Kostenfrage machte der Briefentwurf eine Aussage, die zu diesem Zeitpunkt noch Wunschdenken war: »Mehrkosten wegen eventueller (zusätzlich zu schaffender) Infrastruktur trägt verbindlich das Land Hessen.«[307] Eine Bereitschaft zu einem so weitgehenden finanziellen Zugeständnis an den Bund war bei Hessen erst vorhanden, als eine Entscheidung von Stoltenberg zugunsten von Karlsruhe anders nicht mehr abgewendet werden konnte, nämlich im November/Dezember 1968.[308] Noch vor der entscheidenden Sitzung des AK II/1 vom 29. 10. 68 gab es eine Besprechung

zwischen der KAH-Verhandlungskommission und leitenden Beamten der hessischen Ministerien für Kultus und Finanzen.

IV.5.2 Beratungen und Entscheidungen des zentralen atompolitischen Lenkungsapparates 1968

Der Reigen der entscheidenden Sitzungen der für Kernforschungspolitik zuständigen Beratergremien des BMwF zur Frage des Schwerionenprojekts wurde am 10. 6. 68 vom AK II/2 »Chemie« eröffnet.[309]

Als Gast war Dr. G. Wolf anwesend, Mitglied der Studiengruppe Schwerionenbeschleuniger des KFZK. Er gab zunächst einen Bericht über die »Beteiligung der Kern- und Radiochemie am Schwerionenbeschleuniger«. Wolf ging zunächst kurz auf den wissenschaftspolitischen und wissenschaftlichen Realisierungsstand des Schwerionenbeschleunigers UNILAC ein. Anschließend erläuterte er die für Experimente relevanten technischen Daten des UNILAC und diskutierte dann die interessantesten Arbeitsgebiete: Physik und Chemie superschwerer Kerne, Untersuchung kurzlebiger Isotope, Kernreaktionsstudien, Untersuchung der Wechselwirkung schneller schwerer Ionen mit Materie. Da alle diese Themen reiche Möglichkeiten kern- und radiochemischen Arbeitens böten, sollten sich – so Wolf – Kern- und Radiochemie unter allen Umständen an dem Schwerionenbeschleuniger beteiligen. Die Experimente würden hauptsächlich Großexperimente sein, die die Kapazität einer Arbeitsgruppe eines Instituts bei weitem überfordern und enge Zusammenarbeit verschiedener Institute erfordern würden.[310] Am Beschleuniger müsse eine Gruppe Chemie eingerichtet werden, die Gastkontakte sowie Planung und Organisation gemeinsamer Experimente machen solle. An mehreren Orten hätten die Kern- und Radiochemiker bereits Kontakte zu den Schwerionen-Physikern aufgenommen[311], um eine »angemessene Beteiligung« an der Nutzung des Schwerionenbeschleunigers zu sichern. Gemeinsame Vorarbeiten über die Gestaltung der Chemielabors und zur Formulierung vorläufiger experimenteller Programme seien im Gange. Abschließend empfahl Wolf, daß nach Klärung der Standortfrage die interessierten Kern- und Radiochemiker eine Arbeitsgruppe bilden sollten. Diese sol-

le Vorschläge für die Chemielaborbauten, experimentelle Einrichtungen und wichtige spätere Experimente sowie zur Organisationsform des Schwerionenlabors machen. Weiterhin solle sie die langfristigen Vorbereitungen für die späteren Experimente und die notwendigen umfangreichen Voruntersuchungen planen und koordinieren. Schließlich solle sie Kontakte zu anderen Schwerionenbeschleunigergruppen pflegen, z. B. in Heidelberg, Berkeley, Dubna, Stockholm, usw.

Der AK II/2 schloß sich nach Diskussion den von Wolf formulierten Gesichtspunkten an. Die von Wolf genannten Aufgaben sollten von der bereits am 20. 11. 67 vom AK II/2 gebildeten Arbeitsgruppe[312] übernommen werden. Da eine Trennung des Forschungsprogramms in Physik und Chemie nicht möglich erscheine, solle ein gemeinsames Programm für beide Disziplinen erstellt und bis Ende 1968 dem BMwF vorgelegt werden. Hierzu solle Dr. Wolf im Einvernehmen mit dem BMwF für Herbst 1968 ein Treffen der interessierten Forschergruppen vorbereiten.

Der AK II/2 bezeichnete die Finanzierungssituation für die zusätzlich zu den bisher eingeplanten Gebäuden erforderlichen Physik- und Chemielabors als »noch unbefriedigend« und bat das BMwF, rechtzeitig die erforderlichen – jetzt noch nicht genau absehbaren – Mittel bereitzustellen.

Am 14. 6. 68 beriet der AK II/1 »Physik« über den »Stand des Projektes Schwerionenbeschleuniger«.[313] Der AK II/1 nahm zunächst Berichte über den wissenschafspolitischen Stand des Schwerionenprojekts entgegen. Der Vorsitzende Walcher und verschiedene Beamte des BMwF (Ministerialdirigent Dr. Straimer, Ministerialrat Dr. Prior, Oberregierungsrat Dr. Rembser) informierten über die von Forschungsminister Stoltenberg im Frühjahr 1968 getroffenen Entscheidungen und Initiativen.[314] Walcher schlug vor, eine Kommission zur Prüfung der Kosten des Schwerionenprojektes einzusetzen. Der AK II/1 folgte diesem Vorschlag und benannte als Mitglieder: Prof. Knop (Universität Bonn; Vorsitzender), Prof. Schmidt-Rohr (MPI für Kernphysik, Heidelberg); Dr. Schatz (KFZK; Mitglied der Karlsruher Studiengruppe »Schwerionenbeschleuniger«), Prof. Lindenberger (HMI Berlin), Prof. Ehrenberg (Universität Mainz; Vorsitzender des Wissenschaftlichen Rates von DESY), Prof. Schmelzer (Uni-

versität Heidelberg), Prof. Bock (Universität Marburg), ein noch zu benennendes Mitglied des AK II/2 »Chemie« (diese Funktion wurde später von Prof. Born übernommen, dem Vorsitzenden des AK II/2, der auch dessen Arbeitsgruppe »Schwerionenbeschleuniger« angehörte[315]) sowie Dr. Böhne und Dr. Stadler (Universität Heidelberg; maßgebliche Mitarbeiter Schmelzers). Diese Kommission – später als »ad hoc-Ausschuß ›Schwerionenbeschleuniger‹«[316] bezeichnet – arbeitete in der Folge alle zum Schwerionenprojekt vorliegenden Memoranden und Vorschläge im einzelnen durch und erstellte darüber einen ausführlichen Bericht, der im Oktober 1968 die Grundlage der abschließenden Beratungen und Entscheidungen des AK II/1 bildete.

Die Aufgaben des ahA wurden am 11.7.68 durch den Ausschuß »Niederenergie-Kernphysik«[317] des AK II/1 wie folgt präzisiert:

1. Prüfung der technisch-physikalischen Gegebenheiten des Schmelzer'schen Projekts unter Einbeziehung des Wendel-Vorschlags von Dänzer/Klein und gegebenenfalls anderer Varianten.
2. Prüfung der vorgelegten Kostenaufstellungen für den Beschleuniger.
3. Erarbeitung von Kriterien zur Standortfrage, insbesondere unter dem Gesichtspunkt der Bedürfnisse der Hochschulforschung und der personellen Verknüpfung des zu errichtenden Beschleunigerlaboratoriums mit den Hochschulen und anderen Forschungseinrichtungen.
4. Aufgrund der vom Sitzland beizubringenden Unterlagen: Prüfung der Kosten der Errichtung und des Betriebs des gesamten »Laboratoriums für Schwerionenforschung«.

Der ahA kooptierte[318] als weitere Mitglieder noch die maßgeblichen Repräsentanten der Frankfurter HELAC-Gruppe, Prof. Dänzer und Dr. Klein. In zwei Sitzungen – am 23.9.68 in Heidelberg und am 10.10.68 in Frankfurt – beriet er über das Schwerionenprojekt auf der Grundlage folgender Unterlagen:

1. Ch. Schmelzer und D. Böhne, UNILAC, Unilac-Bericht Nr. 3-68.[319]
2. Memorandum zur Errichtung des Schwerionenbeschleunigers »UNILAC« im Land Hessen (Juli 1968).[320]

3. Zur Erstellung eines Schwerionenbeschleunigers im Kernforschungszentrum Karlsruhe (August 1968).[321]
4. Ch. Schmelzer, Gesichtspunkte zum Betrieb des Schwerionenbeschleunigers (August 1968).[322]
5. H. Dänzer und H. Klein, Der Wendellinearbeschleuniger für schwere Ionen (Oktober 1968).[323/324]
6. Unterlagen zum Standort »Leonhardstanne« bei Darmstadt zur Errichtung des Schwerionenbeschleunigers »UNILAC« (Oktober 1968).[325/326]

Die Beratungsergebnisse wurden vom ahA in einem Bericht zusammengefaßt, der dem AK II/1 auf dessen entscheidender Sitzung über das Schwerionenprojekt am 29. 10. 68 vorgelegt wurde.

Ehe wir uns einer Darstellung dieses Berichts und des Verlaufs der entscheidenden Sitzung des AK II/1 zuwenden, gehen wir noch kurz auf eine am 14. 10. 68 abgehaltene Sitzung des AK II/2 ein, auf der u. a. Bericht und Diskussion über den »Stand des Projekts Schwerionenbeschleuniger« auf der Tagesordnung stand. Der Vorsitzende Prof. Born berichtete dem AK II/2, daß der auf der letzten Sitzung am 10. 6. 68 für erforderlich gehaltene Programmvorschlag Chemie zum Schwerionenprojekt inzwischen von der Arbeitsgruppe »Schwerionenbeschleuniger« des AK II/2 erstellt worden sei und dem AK II/2 zugestellt werde. Noch nicht entschieden sei bisher über Standort und Organisationsform des Projekts. Er, Born, habe vorgeschlagen, zwecks Nutzung des Beschleunigers einen gemeinsamen ad hoc-Ausschuß der Arbeitskreise II/1 »Physik« und II/2 »Chemie« zu schaffen, womit Prof. Walcher – Vorsitzender des AK II/1 – einverstanden sei. Der AK II/1 werde auf seiner nächsten Sitzung hierzu befragt werden. In der Diskussion machte der AK II/2 erneut darauf aufmerksam, daß zusätzlich zu den mit ca. 50 Mio. DM veranschlagten Kosten für den Beschleuniger weitere ca. 20 Mio. DM für Physik- und Chemielabors erforderlich seien. Als Organisationsform komme ein Bundeslaboratorium in Frage, das sich jedoch – in Anbetracht der begrenzten für Kernforschung verfügbaren Mittel – nicht zu einem weiteren Forschungszentrum ausweiten dürfe.

Am 29. 10. 68 fand im BMwF die 56. Sitzung des AK II/1 »Physik« unter Vorsitz von Walcher statt, in deren Mittel-

punkt die abschließende Beratung und Entscheidung über das Schwerionenprojekt stand. Die Sitzung fand gemeinschaftlich mit dem Ausschuß »Niederenergie-Kernphysik«[327] statt, zu dessen Zuständigkeiten u. a. die Kernphysik mit Schwerionen zählte. Als Gäste waren Prof. Knop, der Vorsitzende des ahA[328], sowie Prof. Dänzer und Dr. Klein anwesend; vom BMwF nahmen an der Sitzung u. a. Ministerialrat Dr. Prior – Leiter des Referats III A 1 »Förderung der Grundlagenforschung, insbesondere der Kernphysik, durch Bau und Ausstattung von Instituten« – und Oberregierungsrat Dr. Rembser teil. Zunächst informierte Prof. Knop über die beiden Sitzungen des ahA und erläuterte den von diesem erstellten Bericht. Dessen wesentliche Punkte sollen im folgenden kurz dargestellt werden.

Der ahA sieht in der Errichtung eines Schwerionenbeschleunigers eine außergewöhnliche Erweiterung der Forschungsmöglichkeiten in der Kernphysik und einen bedeutenden Gewinn für die Nachbarwissenschaften, insbesondere die Kernchemie.

Der ahA hat einen Bericht von Schmelzer über den UNILAC und von Dänzer/Klein über den gegenwärtigen Stand der Entwicklung des Wendelbeschleunigers entgegengenommen und diskutiert. Der ahA kommt zu der Auffassung, daß beide Beschleunigerkonzepte für einen Schwerionenbeschleuniger verwendbar sind, wobei jedes Konzept seine Vorzüge hat. Im Hinblick auf die technische Entwicklung macht das UNILAC-Projekt einen eher ausgereiften Eindruck; für alle physikalischen, maschinentheoretischen und technischen Probleme liegen realisierbare Lösungsvorschläge vor, so daß mit dem Bau unmittelbar begonnen werden kann. Der UNILAC ist flexibel und ermöglicht eine Steigerung der Endenergie auf 10 MeV/Nukleon sowie wahlweise eine Vergrößerung oder Verkleinerung des Mikrotastverhältnisses (interessant für Laufzeitmessungen). – Beim Wendelbeschleuniger HELAC können die prinzipiellen Probleme als gelöst betrachtet werden[329], während die Frage des Verhaltens im Dauerbetrieb und unter Strahlenbelastung noch zu klären ist. – Der ahA empfiehlt, daß beide Gruppen kooperieren und möglicherweise ein vereinheitlichtes Konzept erarbeiten. Nach Auffassung des ahA wird dadurch der Baubeginn nicht

verzögert, da die zur Erschließung des Geländes und zur Errichtung der Gebäude erforderliche Zeit zur Erarbeitung eines gemeinsamen Projekts genügt.

Der ahA hält die Abschätzung für die Kosten zur Errichtung des UNILAC in Höhe von 28,6 Mio. DM und für die jährlichen Betriebskosten von 2,8 Mio. DM, die von der UNILAC-Gruppe aufgrund ihrer bisherigen Erfahrungen beim Bau von Prototypen und aufgrund von Firmenangeboten erstellt worden sind, für realistisch. Zu der Kostenabschätzung des HELAC nimmt der ahA nicht im einzelnen Stellung, da die zugrunde liegenden Annahmen von den beim UNILAC gemachten abweichen; der ahA ist aber überzeugt, daß der beim UNILAC angegebene Finanzrahmen nicht überschritten wird.[330]

Hinsichtlich der Standortfrage waren die im ahA vertretenen Auffassungen kontrovers, da sowohl Vertreter und »Freunde« der KAH wie auch solche der GfK im ahA repräsentiert waren. Man konnte sich nur auf den kleinsten gemeinsamen Nenner einigen, nämlich, daß die Standortfrage von der Konzeption des künftigen Schwerionenlabors her entschieden werden müsse. Zu dieser Konzeption machte der Bericht des ahA folgende Aussagen: Der Beschleuniger muß allen deutschen Hochschulen und Forschungseinrichtungen offenstehen. Alle an der Schwerionenphysik interessierten Institutionen sollten, analog zur Konstruktion bei DESY, in einem wissenschaftlichen Rat vertreten sein, der eine gerechte Verteilung von Beschleunigerzeit und Etatmitteln zu gewährleisten habe. Die Organisationsform des Labors muß den Bedürfnissen der – zu einem großen Teil von Gastgruppen zu tragenden – experimentellen Arbeit angepaßt sein. Das Labor muß zu einem Zentrum der Schwerionenphysik werden, dessen Aktivität sich nicht auf den Betrieb des Beschleunigers beschränkt. Daher müssen von Anfang an genügend Physiker da sein, die ihre ganze Arbeitskraft dem Gedeihen des Labors widmen. Bereits während des Baues müssen die Labors eingerichtet und Experimente vorbereitet werden, damit mit der Inbetriebnahme unmittelbar auch die wissenschaftliche Arbeit beginnen kann.

Um diese Konzeption zu verwirklichen, hielt der ahA die Erfüllung gewisser allgemeiner Bedingungen und technischer

Voraussetzungen für erforderlich. Allgemeine Bedingungen: Die Leitung der wissenschaftlichen Arbeit muß in den Händen eines Physikers liegen, der bereits in der Vorbereitungsphase von seiner Hochschule bzw. seinem Forschungsinstitut beurlaubt werden muß, damit er seine ganze Arbeitskraft dem Labor widmen kann. Die Organisationsform muß möglichst bald geklärt werden, um von Anfang an eine arbeitsfähige Projektleitung und Verwaltung zu haben. Um die Wissenschaftler weitgehend von Verwaltungsarbeit zu entlasten, müssen Stellen für qualifizierte Verwaltungsfachleute eingerichtet werden. Das Aufsichtsgremium darf sich nicht in die Verwendung der für die Forschung bestimmten Mittel einmischen, um die wissenschaftliche Unabhängigkeit zu gewährleisten. Die Probleme der Gastgruppen (Reisekosten, Unterkunft) müssen befriedigend gelöst werden. Für den wissenschaftlichen Betrieb sind Seminar- und Vorlesungsräume notwendig. Für längere Zeit im Labor tätige Wissenschaftler sollten Zeitstellen vorhanden sein; für das technische Personal sind Dauerstellen vorzusehen, da anderenfalls qualifizierte Kräfte kaum zu bekommen sein werden.

Technische Voraussetzungen: Die Geländeerschließung hat bis Mitte des 1. Projektjahres zu erfolgen, ebenso der Bau von Vorbereitungsgebäuden (Baracken) mit 600 m^2 Nutzfläche für die Beschleunigergruppe. Die Bauten für Beschleuniger- und Montagehallen mit 1000 m^2 Nutzfläche müssen bis Mitte des 2. Projektjahres zur Verfügung stehen. Die Stromkosten müssen niedrig sein. In der Umgebung müssen kleinere und mittlere technische Betriebe vorhanden sein, die alle Arbeiten übernehmen können, für die Großfirmen zu schwerfällig sind. Eine zentrale Verkehrslage und die Nähe eines Flughafens sind erwünscht. Das Gelände muß eine Laborerweiterung ermöglichen.

Hinsichtlich der Gesamtkosten für die Errichtung und den Betrieb des Labors machte der ahA keine detaillierten Angaben, da die entsprechenden Unterlagen noch nicht für alle Standorte vorlagen; statt dessen gab er eine Zusammenstellung der als notwendig erachteten Gebäude und sonstigen Einrichtungen.

Der Bericht des ahA wurde, auch im Hinblick auf die Standortfrage, vom AK II/1 und dessen Ausschuß »Niederenergie-

Kernphysik« eingehend beraten. MinR Dr. Prior informierte darüber, daß am 12. 11. 68 im BMwF mit den Vertretern der Länder Hessen und Baden-Württemberg sowie der GfK über die Standortfrage verhandelt werden solle; dabei sollten die Länder ihre Standortvorschläge anbieten und ihre finanzielle Beteiligung an dem Projekt nennen. Der Schwerionenbeschleuniger solle – so Prior – weitestgehend der Hochschulforschung offenstehen. Diese Forderung müsse bei der Organisation des Projekts berücksichtigt werden und auch dann erfüllt werden, wenn die Maschine im KFZK errichtet werden solle.

Prof. Haxel (Heidelberg) befürwortete einen Standort »in der Nähe von Heidelberg« (im Klartext also Karlsruhe; K. P.), da der Schwerionenbeschleuniger ein Heidelberger Projekt sei und mehrere physikalische, chemische und radiochemische Institute der Universität Heidelberg bereits Vorarbeiten für die Schwerionenforschung gemacht hätten. Es sei – so Haxel – wohl mehr eine politische Frage, ob man den Beschleuniger in Hessen als selbständiges Zentrum errichten oder an bereits bestehende Anlagen anhängen solle. Prof. Schmelzer erläuterte nochmals kurz die an seinem Institut gemachten Arbeiten zum UNILAC und hob die Vorteile hervor, die bei der Errichtung auf dem Gelände der GfK bestehen würden.[331]

Prof. Brix (Darmstadt) erklärte, nach Schmelzers Plädoyer für das KFZK, daß die Errichtung des Schwerionenbeschleunigers in Hessen für die dort ansässigen Hochschulen ein großer Gewinn wäre. Zahlreiche kernphysikalische und kernchemische Institute seien an der Nutzung des Schwerionenbeschleunigers interessiert. Wenn den hessischen Hochschulen künftig kein modernes Forschungsinstrument zur Verfügung stehe, müßten diese notwendig verarmen. Brix schlug vor, die Gründe für die durch das BMwF zu treffende Standortentscheidung zu veröffentlichen.[332] Prof. Dänzer und Dr. Klein (Frankfurt) berichteten über ihre bisherigen Arbeiten zum Schwerionenbeschleuniger. Sie vertraten die Ansicht, daß der HELAC bereits ein höheres Reifestadium erreicht habe, als im Bericht des ahA zum Ausdruck komme. Es bestünden Kombinationsmöglichkeiten mit dem UNILAC. Die im Bericht[333] der Frankfurter Gruppe aufgeführten Preise seien realistisch,

wobei allerdings Kostensteigerungen bis zu 20% auftreten könnten.

Nach »eingehender Diskussion« wurde ein Redaktionskomitee mit der Ausarbeitung einer Empfehlung zum Schwerionenprojekt beauftragt. Diese Empfehlung hat folgenden Wortlaut. »Der Arbeitskreis hat den Bericht des ad hoc-Ausschusses ›Schwerionenbeschleuniger‹ (vorgeschlagen von Prof. Schmelzer, Heidelberg) entgegengenommen und schließt sich den dort formulierten Grundsätzen an. Insbesondere hält auch er die technischen Fragen für weitgehend geklärt. Ob für einen Teil der Beschleunigerstrecken die im Frankfurter Institut entwickelten Wendeln benutzt werden sollen, bedarf noch der Klärung. Der Arbeitskreis erbittet einen abschließenden Bericht darüber bis zum 1. 5. 69.

Bei der Auswahl des Standortes hat nach Meinung des Arbeitskreises derjenige Ort den Vorrang, der eine möglichst effektive Nutzung der Anlage verspricht. Dies wäre z. B. in Heidelberg gegeben. Leider erscheint dort die Errichtung nicht möglich.[334] Zur Wahl stehen Karlsruhe und zwei Standorte in Hessen. Aus hochschulpolitischen und langfristig vor allem auch aus wissenschaftspolitischen Gesichtspunkten gibt der Arbeitskreis der Errichtung in Hessen den Vorzug. Dabei wurde vor allem berücksichtigt, daß im Raum Hessen auf dem Gebiet der Kernphysik und Kernchemie freie Forschungskapazität vorhanden ist. Ein möglicherweise auftretender Zeitgewinn und mögliche Einsparungen bei den Gesamtkosten erscheinen dem Arbeitskreis als nicht so schwerwiegend, um den Standort Karlsruhe gegenüber einem hessischen vorzuziehen. Dies gilt insbesondere dann, wenn die GfK, wie vorgesehen, auch bei einer Errichtung in Hessen organisatorische und technische Hilfe leistet.

In Anbetracht der Tatsache, daß das Projekt »Schwerionenbeschleuniger« von Heidelberger Physikern vorgeschlagen und ausgearbeitet und eine Realisierung ohne ihre Mitwirkung schwer denkbar ist, ist von den beiden hessischen Standorten der Platz bei Darmstadt geeigneter.«[335]

An der Abstimmung über diese Empfehlung nahmen die 10 anwesenden Mitglieder des AK II/1 sowie die 4 Mitglieder des Ausschusses »Niederenergie-Kernphysik« teil, die nicht dem AK II/1 angehörten. Die Empfehlung wurde mit 9:1 Stimmen

bei 4 Enthaltungen angenommen. Da unter den Abstimmenden 3 Heidelberger und 2 Karlsruher waren, dürften die 5 nicht auf »ja« lautenden Stimmen gerade von diesen gekommen sein.

Der AK II/1 regte im Einverständnis mit den Frankfurter und Heidelberger Beschleunigergruppen an, daß diese möglichst bis zum 1. 5. 69 einen gemeinsamen optimalen Entwurf für den Schwerionenbeschleuniger erarbeiten, der die Grundlage für die endgültige Konstruktion bilden solle. Dem künftig verantwortlichen Leiter des Projekts müsse jedoch die Möglichkeit belassen werden, beim Auftreten neuer Gesichtspunkte von diesem Entwurf abzuweichen. Mit der Empfehlung des AK II/1 vom 29. 10. 68 endete die Behandlung des Schwerionenprojekts im Beratungsapparat des BMwF.

Der AK II/1 hatte sich im wesentlichen den Argumenten der KAH angeschlossen. An seinem Votum wird die Verzahnung von sachverständig-neutraler Expertenberatung mit der Interessenvertretung der unmittelbar durch die Entscheidungen Betroffenen deutlich. Die sehr positive Bewertung der durch einen universellen Schwerionenbeschleuniger eröffneten Forschungsmöglichkeiten, die Beurteilung des technischen Entwicklungsstandes (Baureife) und der vorliegenden Kostenschätzungen, sowie die Formulierung des Kriteriums »möglichst effektive (wissenschaftliche) Nutzung« für die Standortfrage sind durch die einschlägige fachliche Kompetenz der im AK II/1 sitzenden Wissenschaftler legitimiert.

Die Entscheidung, an welchem Standort eine »möglichst effektive Nutzung« des Schwerionenbeschleunigers gewährleistet wäre, ist nun aber keine reine »Sachentscheidung« mehr. Vielmehr wurde diese Entscheidung von Wissenschaftlern getroffen, deren eigene wissenschaftlichen Entfaltungs- und Arbeitsmöglichkeiten davon unmittelbar betroffen waren. Dis gilt nicht nur für die direkt zur KAH oder zur GfK gehörigen bzw. eng kooperierenden Wissenschaftler des AK II/1. Vielmehr ging es darüber hinaus um eine Interessenvertretung von Universitätswissenschaftlern versus Wissenschaftlern der Großforschungszentren. Die vom AK II/1 ausgesprochene Empfehlung, daß im Interesse »möglichst effektiver Nutzung« aus »hochschulpolitischen« und »wissenschaftspolitischen« Gesichtspunkten einer universitätsnahen Institutio-

nalisierung der Schwerionenforschung bei Darmstadt gegenüber einer Errichtung des Schwerionenbeschleunigers im KFZK der Vorzug zu geben sei, ist als eine Interessenvertretung der im AK II/1 dominierenden Universitätswissenschaftler anzusehen, die ihre wissenschaftlichen Arbeitsmöglichkeiten in Konkurrenz zu den Großforschungszentren ausbauen wollten. Mit dieser Feststellung wollen wir die getroffene Standortentscheidung keineswegs als »unsachlich« abqualifizieren, sondern nur darauf hinweisen, daß die Empfehlung »an diesem Standort (Darmstadt) ist die effektivste Nutzung gewährleistet« aufgrund einer Interessendurchsetzung der AK II/1 – Mehrheit im Sinne von »wir nutzen den Schwerionenbeschleuniger am effektivsten« zustande kam.

IV.5.3 Die Standortkontroverse 1968/69

Mit der abschließenden Empfehlung des AK II/1 vom 29. 10. 68 und angesichts der vorliegenden Beschleunigerentwicklungen, der Vorbereitungen in organisatorischer und institutioneller Hinsicht sowie der Vorbereitung planerischer Maßnahmen für den Planungs- bzw. Baubeginn waren alle Fragen so weit geklärt, daß nur noch ein »Startschuß« von höherer Stelle (Bundesminister Stoltenberg) erforderlich war, um direkt in die Verwirklichung des Schwerionenprojekts einzutreten.

Allerdings besaß das Schwerionenprojekt als »big science« eine Größenordnung, die nicht mehr allein der durch den AK II/1 ausgeübten wissenschaftlichen Selbststeuerung überlassen war.[336] Diese Konstellation bildete den Ansatzpunkt für Minister Stoltenbergs Versuche, den Schwerionenbeschleuniger entgegen der Empfehlung des AK II/1 dem Kernforschungszentrum Karlsruhe, Stoltenbergs »Lieblingsobjekt«[337], zuzuschanzen.[338]

Am 12. 11. 68 fand im BMwF unter Vorsitz von Ministerialdirigent Dr. Straimer[339] eine Besprechung mit Vertretern der hessischen und baden-württembergischen Landesregierung sowie der GfK statt.[340] Die beiden interessierten Länder machten Angebote über die in Aussicht genommenen Gelände für das Schwerionenlabor sowie über ihre Kostenbeteiligung. Straimer ließ eine starke Tendenz des BMwF für Karlsruhe

erkennen, die er mit der im KFZK vorhandenen Infrastruktur und daraus resultierenden Kostenvorteilen legitimierte.[341] Damit begab er sich in direkten Gegensatz zum Votum des AK II/1, der seine Empfehlung für Darmstadt ja gerade damit begründet hatte, daß Gesichtspunkte der wissenschaftlichen Nutzung wichtiger seien als möglicher Zeitgewinn und Kostenersparnis bei Errichtung im KFZK.

Der hiermit vorprogrammierte Konflikt spitzte sich dramatisch zu, als noch am 12. 11. 68 die hessische Landesregierung und die KAH über informelle Kanäle aus dem BMwF erfuhren, daß Stoltenberg in den nächsten Tagen in Urlaub gehen und zuvor noch eine Entscheidung zugunsten eines Standortes im KFZK treffen wolle.

Der hessische Ministerpräsident Zinn wandte sich sofort fernschriftlich an Stoltenberg und betonte »erneut das unverändert große Interesse der hessischen Landesregierung an der Errichtung eines Schwerionenbeschleunigers in Hessen«. Zur Kostenfrage machte Zinn ein weitgehendes – wenn auch noch sehr vorsichtig formuliertes – Angebot: » [...] etwaige Mehrkosten der Infrastruktur etwa in Darmstadt (sind) kein Gesichtspunkt [...], der gegen die Errichtung eines Schwerionenbeschleunigers in Hessen spricht, da die Übernahme dieser Kosten auf den hessischen Finanzierungsanteil in Betracht kommen kann.«

Bei der KAH schlug die Nachricht über die unmittelbar bevorstehende Entscheidung Stoltenbergs zugunsten von Karlsruhe wie eine Bombe ein. Sie bot alle ihre Kräfte auf, einschließlich »nicht-ordinarialer Hilfstruppen«[342], und setzte alle ihr erreichbaren Hebel in Bewegung, um doch noch eine Standortentscheidung zugunsten des KFZK abzuwenden. E. Schopper bat Leisler-Kiep (CDU-MdB) in seiner Eigenschaft als hessischer Bundestagsabgeordneter um eine direkte Intervention bei Stoltenberg, damit dieser nicht eine Standortentscheidung treffe, ohne zuvor Zinn als Ministerpräsidenten eines interessierten und betroffenen Bundeslandes zu informieren. Am 13. 11. 68 telegrafierte die KAH an Ministerpräsident Zinn:

»Sehr geehrter Herr Ministerpräsident,

mit Bedauern und Sorge um ihre zukünftige Entwicklung haben die in der KAH zusammengeschlossenen Kernphysiker

und Radiochemiker erfahren, daß der Verlauf einer Sitzung vom 12. 11. 68 mit Landesvertretern in Bonn zu dem Schluß zwingt, daß dem Herrn Bundesforschungsminister die Errichtung des Schwerionenlabors in Karlsruhe vorgeschlagen werden soll und damit die Errichtung des Schwerionenbeschleunigers in Hessen Gefahr läuft zu scheitern. Wir bitten Sie um Ihre unmittelbare Hilfe, gegebenenfalls um direkte Vorstellung bei dem Herrn Bundesforschungsminister, zur Abwendung einer Entscheidung zuungunsten Hessens.«

Die von Stoltenberg kurzfristig geplante Standortentscheidung wurde – vermutlich aufgrund der Intervention des hessischen Ministerpräsidenten Zinn – zunächst nicht getroffen. Offenbar hätte eine nur mit Kostenvorteilen zu begründende Entscheidung für Karlsruhe angesichts der hessischen Bereitschaft zur Übernahme infrastrukturell bedingter Mehrkosten das BMwF mit unlösbaren Legitimationsproblemen konfrontiert.

Am 16. 11. 68 schrieb die KAH an Minister Stoltenberg.

»Sehr verehrter Herr Minister!

Die unterzeichneten hessischen Kernphysiker und Kernchemiker haben große Sorge, daß nun eine Entscheidung über den Standort des Schwerionenbeschleunigers fällt, bevor der vom Arbeitskreis Physik der Deutschen Atomkommission empfohlene Standort bei Darmstadt gegenüber der jetzt diskutierten Errichtung in Karlsruhe sorgfältig abgewogen worden ist.

Von den verschiedentlich für Karlsruhe genannten Gründen, daß es dort schneller und billiger gehen würde, sind wir nicht überzeugt. Vor allem wird es auf die Wissenschaftler ankommen, die die Anlage nutzen sollen. Während am Kernforschungszentrum Karlsruhe nur ein beschränktes Interesse vorhanden ist, haben sich unsere Universitätsinstitute verpflichtet, voll für die Realisierung und Nutzung des Projekts einzustehen. Sie werden nach seiner Fertigstellung mit den immer wieder jungen Wissenschaftlern ihrer Universitäten Träger der Forschung sein, die Universitäten Karlsruhe und Heidelberg dagegen werden sich durch ihr klar ausgesprochenes Interesse für die aufwendige Hochenergiephysik nicht auf die Schwerionenforschung konzentrieren können.

Eine vorschnelle Entscheidung gegen den Standort in Hessen

wäre nicht nur uns, sondern sicher auch den Physikern des Arbeitskreises Physik unverständlich und in ihrer Auswirkung für die Hochschulen von verheerender Wirkung.

Wir bitten Sie deshalb höflich, vor ihrer Entscheidung auch Vertreter der hessischen Hochschulen anzuhören. Wir würden es ferner begrüßen, wenn die Gründe für die Standortentscheidung anschließend der Öffentlichkeit dargelegt werden könnten.«

Die Forderung nach Öffentlichkeit im Kontext der Standortentscheidung hatte nichts mit »Demokratisierung« oder »Transparenz« der wissenschaftspolitischen Entscheidungsprozesse zu tun; derlei wurde und wird von maßgeblichen Mitgliedern der KAH als »der Sache unangemessen« abgelehnt.[343] Vielmehr handelte es sich um eine aus rein taktischen Gründen von der KAH erhobene Forderung, die hoffte, angesichts der in der wissenschaftlichen Öffentlichkeit vorhandenen Präferenzen für Darmstadt damit Druck im Sinne ihrer Interessen ausüben zu können.[344] Während des November 1968 entwarf und verschickte die KAH – insbesondere Walcher und Schopper – noch mehrere Briefe an einflußreiche Persönlichkeiten der atompolitischen Szene, so an den früheren Atomminister Balke[345] und an Werner Heisenberg, seinerzeit Präsidiumsmitglied der DAtK. Weiterhin veranlaßte sie die Kuratorien der beteiligten hessischen Universitäten, in ihrem Sinne im BMwF zu intervenieren. Schließlich übermittelte sie Winnacker einen Entwurf für einen an Stoltenberg gerichteten Brief. – Alle diese Briefe brachten – in einer auf den jeweiligen Adressaten bzw. Absender hin orientierten Gewichtung und Formulierung – die bekannten Argumente der KAH. Dabei wurden besonders das intensive Engagement der hessischen Kernphysiker für Schwerionenforschung sowie Gesichtspunkte der Entwicklung der Hochschulforschung und der Universitäten-Kooperation in den Vordergrund gerückt.

Am 2. 12. 68 meldete Zinn bei Stoltenberg fernschriftlich erneut das Interesse des Landes Hessen als Sitzland für den Schwerionenbeschleuniger an und erklärte verbindlich die Bereitschaft Hessens, infrastrukturbedingte Mehrkosten zu tragen. Am 4. 12. 68 übermittelte E. Schopper Zinn einen für Stoltenberg bestimmten Briefentwurf, in dem noch einmal das

»besondere Interesse Hessens« an dem Schwerionenprojekt begründet wurde. Der KAH-Vorschlag einer Universitäten-Kooperation um ein Großgerät für aktuelle Forschung sei »hochschulpolitisch sehr interessant« und das Rhein-Main-Gebiet sei »geographisch und zahlenmäßig der Schwerpunkt« der an der Schwerionenphysik besonders interessierten Hochschulinstitute. Daher sei Hessen bereit, um die Vorteile der in Karlsruhe schon bestehenden Infrastruktur aufzuwiegen, eine »finanzielle Sonderleistung« zu erbringen.

In den ersten Dezembertagen des Jahres 1968 wurde auf Initiative von KAH-Mitgliedern eine Pressekampagne in Lokalzeitungen des Rhein-Main-Raumes zugunsten des Schwerionenprojektes inszeniert. Im *Darmstädter Echo* und im *Darmstädter Tagblatt* sowie in den Lokalteilen der *Frankfurter Rundschau* und *Frankfurter Allgemeinen Zeitung* erschienen mehrere Artikel, die aus hessischer Sicht über das Schwerionenprojekt und das gegenwärtige Tauziehen zwischen Darmstadt und Karlsruhe informierten. Besonders das *Darmstädter Echo* machte sich stark für die Errichtung des Schwerionenbeschleunigers in Darmstadt, von der die Zukunft der TH abhänge. In einem *Nach Bonn!* überschriebenen Leitartikel wurde Ministerpräsident Zinn aufgefordert, »die nötigen Akten zusammenzupacken und damit bei Bundesminister Stoltenberg vorzusprechen«, um eine Standortentscheidung zugunsten von Karlsruhe abzuwenden.[346] Nachdem bekannt wurde, daß Zinn am 2.12.68 nochmals fernschriftlich bei Stoltenberg interveniert hatte, schrieb das *Darmstädter Echo* in einem weiteren Leitartikel unter der Überschrift *Genug getan? – In Sachen UNILAC* »Fernschreiben sind gut. Ein direktes, in Person vorgetragenes Votum der hessischen Landesregierung [...] beim Bundesforschungsminister ist besser.«[347] Das *Darmstädter Echo* lobte die intensiven Bemühungen des Darmstädter Oberbürgermeisters Dr. Engel, der in Fernschreiben an Ministerpräsident Zinn, Bundesminister Stoltenberg und Kultusminister Schütte auf den bei einer Entscheidung für Karlsruhe künftig mit Sicherheit zu erwartenden Qualitätsverlust der TH Darmstadt hingewiesen habe. Schließlich verschaffte das *Darmstädter Echo* dem Darmstädter CDU-Fraktionsvorsitzenden Bernhard Sälzer viel Publizität, indem es ausführlich über eine

Visite Sälzers in Bonn berichtete.[348] Aufgrund seiner »guten Kontakte in Bonn« sei es Sälzer möglich gewesen, sich direkt bei Minister Stoltenberg für einen Darmstädter Standort des UNILAC zu verwenden. Sälzer habe den Eindruck gewonnen, daß die Standortentscheidung erst in etwa 1 bis 2 Monaten, und zwar – wer hätte das gedacht? – ausschließlich nach »sachlichen Gesichtspunkten« fallen werde; zu den »sachlichen Gesichtspunkten« gehöre allerdings auch das Problem der finanziellen Beteiligung des jeweiligen Bundeslandes. Das *Darmstädter Echo* sah hier allerdings keinen Anlaß zu Befürchtungen, da sich Zinn »in dieser Frage so erfreulich eindeutig engagiert«[349].

Mit viel lokalem Rückenwind, »in seiner Haltung von Dr. Karl Winnacker (Farbwerke Hoechst) bestärkt, nach dessen Ansicht der Schwerionenbeschleuniger für die Forschung nicht hoch genug einzuschätzen ist«[350], telegrafierte Zinn am 9. 12. 68 neuerlich an Stoltenberg. Er betonte das unverändert große Interesse Hessens an der Errichtung des Schwerionenbeschleunigers und konkretisierte das hessische Angebot: 10% der Kosten zuzüglich Mehrkosten für die Erschließung und Infrastruktur des Standortes Leonhardstanne bei Darmstadt. Die Erschließung könne sofort beginnen und in kürzester Frist durchgeführt werden, so daß das erschlossene Gelände zeitgerecht zur Verfügung stehen könne. Nachdem somit dem BMwF das Argument des Kostenvorteils in Karlsruhe aus der Hand genommen war, hätte die von Stoltenberg gewünschte Entscheidung für Karlsruhe nicht mehr legitimiert werden können.

Gleichwohl war das BMwF nach wie vor nicht bereit, dem Votum des AK II/1 folgend für Darmstadt zu entscheiden. BMwF-Staatssekretär von Heppe und Ministerialdirigent Straimer unterrichteten am 10. 12. 68 in gleichlautenden Schreiben die KAH und Dienststellen der beteiligten Universitäten, daß das BMwF erneut ein Expertengutachten zur Kostenfrage angefordert habe: »Die Überlegungen der KAH [...] sind auch in meinem Haus mit Interesse aufgenommen worden. Eine endgültige Entscheidung über den Standort ist nur unter Abwägung aller hierzu wichtigen Gesichtspunkte, d. h. der wissenschaftspolitischen und der finanziellen, möglich.

Ich habe veranlaßt, daß von der GfK unter Mitwirkung eines vom Lande Hessen zu benennenden Gutachters ein Gutachten erstellt wird, in dem ein Vergleich der Kosten für den Bau des Schwerionenbeschleunigers und der Laborgebäude auf einem Gelände im Kernforschungszentrum Karlsruhe und bei Darmstadt dargelegt wird.

Nach Vorliegen des Gutachtens wird die Entscheidung über den Standort getroffen werden.«[351]

Der vom BMwF eingesetzte Gutachterausschuß bestand aus den Herren Sesemann (Leiter der Baugruppe der GfK; federführend), Dr. Lautz (Staatsbauverwaltung Hessen) und Dipl.-Ing. Weimer (MPI für Kernphysik, Heidelberg), also aus zwei Vertretern Baden-Württembergs gegenüber nur einem Hessen. Die KAH bezweifelte die Neutralität dieses Ausschusses; sie versuchte vergeblich, eine paritätische Besetzung zu erreichen. Am 10. 12. 68 intervenierte die KAH abermals brieflich bei Stoltenberg:

»Sehr verehrter Herr Minister!

Mit ihrem Schreiben vom 16. 11. 68 haben die Hessischen Kernphysiker und Kernchemiker Ihnen ihre Sorge im Zusammenhang mit der Standortentscheidung für den geplanten Schwerionenbeschleuniger mitgeteilt.

Diese Sorgen sind nach unserer Kenntnis über den Weitergang der Verhandlungen über den Standort noch immer nicht ausgeräumt; insbesondere befürchten wir, daß gewichtige hochschulpolitische und wissenschaftliche Aspekte, die auch den Arbeitskreis Kernphysik in seiner Entscheidung wesentlich beeinflußt haben, gegenüber jetzt immer wieder erwähnten ökonomischen und administrativen Gesichtspunkten nicht genügend Gewicht bekommen haben. Wir erlauben uns daher, unsere Bitte zu wiederholen, Sie möchten vor Ihrer Entscheidung Wissenschaftler der Hessischen Hochschulen anhören.«[352]

Das Ersuchen der KAH wurde im Januar 1969 von Stoltenberg kurz und abweisend beschieden:

»Sehr geehrter Herr Professor Schopper!

Ihr Schreiben vom 10. 12. 68 habe ich dankend erhalten.

Wie Ihnen bekannt ist, waren bei den bisherigen Verhandlungen und bei der Abfassung der vorgelegten Empfehlungen die hessischen Wissenschaftler stets beteiligt.

Bei der Entscheidung über den Standort werden nicht nur die ökonomischen und administrativen, sondern in besonderem Maße auch die hochschulpolitischen und wissenschaftlichen Aspekte berücksichtigt werden.«[353]

Mittlerweile hatten erneut der AK II/1 (am 11. 12. 68) und dessen Ausschuß »Niederenergie-Kernphysik« (am 19. 11. 68) getagt. Im Mittelpunkt stand dabei die Behandlung von Förderungsanträgen für 1969, während das Schwerionenprojekt nur kurz diskutiert wurde. Der AK II/1 nahm einen Bericht von Ministerialrat Dr. Prior über die Sitzung mit Ländervertretern vom 12. 11. 68 im BMwF sowie über die Einsetzung eines Gutachterausschusses zur Kostenfrage entgegen. Obwohl der AK II/1 sich durch die starke Tendenz des BMwF, entgegen seiner Empfehlung den Schwerionenbeschleuniger in Karlsruhe zu errichten, brüskiert fühlen mußte, nahm er nicht neuerlich zur Standortkontroverse Stellung. Diese wurde als ein reines CDU-SPD-Tauziehen betrachtet, bei dem die Wissenschaftler nicht mitwirken wollten (bzw. konnten).[354]

Der AK II/1 stellte fest, daß die von ihm empfohlene Zusammenarbeit zwischen der Heidelberger UNILAC- und der Frankfurter HELAC-Gruppe bisher noch nicht zustande gekommen sei und legte dem BMwF nahe, die Beteiligten durch ein Schreiben zu möglichst baldiger Kontaktaufnahme anzuregen. Prof. Neuert – Vorsitzender des Ausschusses »Niederenergie-Kernphysik« – wurde aufgefordert, sich möglichst bald über die Frankfurter HELAC-Arbeiten aus erster Hand zu informieren und dem AK II/1 hierüber zu berichten.

Am 20. 2. 69 wurde das von Stoltenberg in Auftrag gegebene vergleichende Kostengutachten für die Standorte Darmstadt und Karlsruhe vom federführenden Ausschußmitglied Sesemann fertiggestellt. Es umfaßte eine 15-seitige Liste der Kosten aller Einzelposten und kam zu Gesamtkosten von 91,5 Mio. DM für Darmstadt gegenüber nur 74,4 Mio. DM für Karlsruhe.[355] Die wesentlichen Einsparungen beim Standort Karlsruhe ergaben sich aus schon vorhandener Rechnerkapazität (über 10 Mio. DM) und aufgrund geringerer Erschließungskosten (annähernd 5 Mio. DM). Die endgültige Fassung des Kostengutachtens entsprach nach Ansicht des hessischen Gutachters Lautz in vielen Punkten nicht den in den Bespre-

chungen fixierten Formulierungen. Daher unterschrieb Lautz nicht die Sesemann-Version des Gutachtens, sondern gab eine Gegendarstellung. Diese wurde von Sesemann ignoriert. Weimer unterschrieb das Sesemann-Gutachten, nachdem Sesemann ihm erklärt hatte, daß auch Lautz mit den Formulierungen einverstanden sei. Sesemann schickte das Gutachten anschließend ohne die Unterschrift von Lautz an das BMwF.

Die KAH hielt das Sesemann-Gutachten für nicht objektiv. Nach mehreren internen Diskussionen über Kostenfragen erstellten Lautz und Kankeleit (KAH) in Zusammenarbeit mit dem hessischen Finanzministerium ein Gegengutachten, welches die Kostenersparnis in Karlsruhe gegenüber Darmstadt nur mit 6,6 Mio. DM bezifferte (gegenüber 17,2 Mio. DM nach Angaben von Sesemann).[356] Das Gegengutachten wurde am 10. 3. 69 Minister Stoltenberg zugeleitet.

Anfang März 1969 legte die KAH auf Anforderung des Ausschusses »Niederenergie-Kernphysik« ein Memorandum *Gesichtspunkte zur Errichtung und Nutzung eines Laboratoriums für Schwerionenforschung SILAB*[357] vor.[358] Als an seiner Erstellung Beteiligte wurden alle nur aufzubietenden einschlägig[359] arbeitenden Professoren aus Darmstadt, Marburg, Frankfurt, Gießen und Mainz benannt; insgesamt 25 Herren. Als »Vorsitzender der KAH« figurierte Kankeleit (Darmstadt).

Das Memorandum *KAH III* stellt einleitend unter Verweis auf die früheren Memoranden *KAH I*[360] und *KAH II*[361] kurz die bisherige Entwicklung der KAH-Initiative zum Schwerionenprojekt dar und wiederholt die bekannten Argumente der KAH für ein Universitäten-Kooperationsprojekt und gegen die Errichtung an einem Forschungszentrum. Es folgen Ausführungen über »Grundordnung und Organisationsschema« mit detaillierten Angaben über Struktur und Stellenplan des zu errichtenden Labors;[362] über »Gelände und Gebäude« mit genauen Lageskizzen; über »Strahlführung und Experimente« mit Abschätzungen über die zu erwartende Strahlenbelastung und notwendige Strahlenschutzmaßnahmen sowie Skizzen über mögliche Strahlführungen und Angaben über verschiedene Typen von Experimenten und die dafür erforderlichen Zusatzanlagen. Abschließend macht *KAH III* Schätzun-

gen über Bau- und Betriebskosten.[363]

Die Standort- und Kostenquerelen veranlaßten Schopper, erneut mit Winnacker Kontakt aufzunehmen. Nach einem am 8. 3. 69 geführten Gespräch übersandte Schopper am 13. 3. 69 das Memorandum *KAH III* an Winnacker. In einem beigefügten Brief legte er kurz die derzeitige Lage des Schwerionenprojekts dar. Die echte Kostendifferenz zwischen Karlsruhe und Darmstadt bleibe unter 10% und werde vom Land Hessen getragen. Man stehe jetzt in harter Konkurrenz zu Karlsruhe. Ohne den Schwerionenbeschleuniger hätten die hessischen Kernphysiker an ihren Instituten künftig keine modernen Forschungsmöglichkeiten. Sie wären auf reine Ausbildung verwiesen, womit der Niedergang der Institute ausgemacht sei. »Die Prätentionen der Länder, die Forschung ihrer Hochschulen selbst zu finanzieren, sind bei der aufwendigen Forschung der Kernphysik glatte Hochstapelei. Ohne das Forschungsministerium mit seinen personellen und Sachmittelzuwendungen (letztere das 2-3-fache meines Instituts-Etats) müßte ich aufhören.«[364]

Der Brief schloß: »Sie sehen, sehr verehrter Herr Winnakker, Ihrer Hilfe bedürfen wir an mehr als einer Stelle. Wir, ich erlaube mir dies für unsere Arbeitsgemeinschaft zu sagen, sind Ihnen dankbar für jede Unterstützung, die Sie glauben uns geben zu können.«[365]

Am 24. 3. 69 wandte sich die KAH in einem längeren Brief an die Mitglieder des AK II/1 »Physik« der DAtK, des Ausschusses »Niederenergie-Kernphysik« des AK II/1 sowie des Ad-hoc-Ausschusses »Schwerionenbeschleuniger«. Ziel des Briefes war es, die Mitglieder der genannten Beratergremien aus der Sicht der KAH über Entwicklung und gegenwärtigen Stand der Initiativ- und Entscheidungsprozesse zum Schwerionenprojekt zu unterrichten, Kritik an der Handhabung durch das BMwF anzumelden und die Mitglieder der Beratergremien – u. a. durch Hinweis auf die sich abzeichnende Übergehung des Votums von AK II/1 und Ausschuß »Niederenergie-Kernphysik« vom 29. 10. 68 durch das BMwF – für die KAH-Forderung nach »Bekanntgabe und Veröffentlichung der Entscheidungskriterien und [...] Anhörung der Wissenschaftler der KAH vor einer Entscheidung«[366] zu gewinnen.

Mittlerweile waren auch die redaktionellen Seiten und Leserbriefspalten verschiedener Wochenzeitungen, Tageszeitungen und Nachrichtendienste von den um den Standort des Schwerionenbeschleunigers konkurrierenden Parteien als Kampfgelände erschlossen worden. Die Initiative hierzu ging von einigen Mitgliedern der KAH aus, die in der *Zeit* vom 14. 2. 69 zwei Artikel *Bombardement mit schweren Ionen* und *Wohin mit der großen Maschine?* lancierten.[367] Der *Zeit*-Wissenschaftsredakteur v. Randow stellte – informiert durch Vertreter der KAH – die Schwerionenphysik als eine Idee der hessischen Kernphysiker dar und vertrat nachdrücklich die bekannten Argumente der KAH für einen Standort Darmstadt. Karlsruhe wurde nur am Rande erwähnt, der Name Schmelzers überhaupt nicht. Die *Zeit*-Artikel lösten eine Flut von Leserbriefen Heidelberger und Karlsruher (bzw. ihnen assoziierter) Kernphysiker aus (Beckurts, Wolf, Baumgärtner, Jensen, Armbruster u. a.), die die lokalpolitisch motivierte einseitige Information kritisierten und die langjährigen Verdienste Schmelzers um das Schwerionenprojekt herausstellten.

Offenbar hatten die Informanten von Randows innerhalb der KAH den Bogen einer mit den sachlichen Gegebenheiten noch zu vereinbarenden hessischen Interessenvertretung erheblich überspannt. Es dürfte für die KAH einigermaßen peinlich gewesen sein, daß in Berichten, die – für jeden Eingeweihten leicht erkennbar – auf Informationen aus ihren Kreisen zurückgingen, nicht einmal der Name Schmelzers auftauchte, der sich immerhin bereits seit 1958 (8 Jahre länger als die KAH!) intensiv für die Schwerionenforschung engagiert hatte. Jedenfalls sah sich Brix (Darmstadt, Mitglied der KAH) veranlaßt, in einem Leserbrief nachdrücklich Schmelzers Verdienste herauszustreichen.[368] Da *Die Zeit* die Leserbriefe nur teilweise abdruckte, wurden sie von Heidelberger Physikern in einer Dokumentation gesammelt und unter den Fachkollegen bekanntgemacht. Es wurden die bekannten Argumente für eine Errichtung des Schwerionenbeschleunigers in Karlsruhe in prononcierter Form vertreten. Die Zeitersparnis wurde teilweise auf ein bis zwei Jahre veranschlagt, die Kostenersparnis (unter Berücksichtigung der während einer etwa 10jährigen Nutzungszeit auftretenden Betriebskosten)

auf mehrere 10 Mio. DM.

Teilweise neue Argumente wurden zum Problem der Ausbildungsfunktion avancierter Frontforschung ins Feld geführt, die von der KAH ja stets sehr betont worden war. Die Heidelberger Herausgeber der Leserbrief-Dokumentation bemerkten dazu: »Die Ausführungen (in den von der KAH inspirierten *Zeit*-Artikeln; K. P.) über die Wechselbeziehungen zwischen Großforschung und der Ausbildung von Kernphysikern erscheinen spekulativ und mehr als problematisch.« In den Leserbriefen wurde argumentiert, daß vor allem sichergestellt sein müsse, daß der Schwerionenbeschleuniger allen in der BRD interessierten und kompetenten Forschern zur Verfügung stehe; die Nutzung zur anspruchsvollen Nachwuchsausbildung sei bei Errichtung am Kernforschungszentrum Karlsruhe genauso gut zu gewährleisten, wie bei Errichtung in Hessen. Armbruster (KFA Jülich, Mitglied der GfK-Studiengruppe Schwerionenbeschleuniger) vertrat die Auffassung, daß der Schwerionenbeschleuniger vor allem der Arbeit ausgebildeter Wissenschaftler in ihren produktivsten Jahren zu dienen habe. Es seien bereits genügend Ausbildungsmöglichkeiten für Kernphysiker in der BRD vorhanden; auch seien die an den hessischen Hochschulen vorhandenen kernphysikalischen Geräte für Ausbildungszwecke nach wie vor ausreichend.

Im Gegenzug zur publizistischen Aktivität der KAH, zu der die Heidelberger und Karlsruher Leserbriefe nur ein unzureichendes Gegengewicht bildeten, veröffentlichte R. Gerwin[369] eine Polemik zugunsten eines Standortes Karlsruhe.[370] Gerwin verglich die hessischen Bemühungen um das Schwerionenprojekt als »zeitgemäßes Statussymbol« mit den einstigen Bemühungen deutscher Landesfürsten, die fortschrittlich sein wollten, sich eine Sternwarte zuzulegen. Aus Kostengründen und im Hinblick auf die wissenschaftlich-technische Kompetenz sei das Kernforschungszentrum Karlsruhe der adäquate Standort für den Schwerionenbeschleuniger. Die Empfehlung der Beratergremien des BMwF vom Oktober 1968 zugunsten eines Standortes Darmstadt sei nur dadurch zu erklären, daß der »Beifall der (in den Beratergremien dominierenden; K. P.) Hochschulen« meistens denen sicher sei, die »gegen das scheinbar so allmächtige Karlsruher Kernforschungszentrum

zu Felde« zögen. Gerwin schloß: »Es wäre absolut widersinnig, die in Karlsruhe bei der Organisation und Durchführung von Großforschungsprojekten in jahrelanger Arbeit gesammelten Erfahrungen brach liegen zu lassen und 100 Kilometer nördlich noch einmal von vorne zu beginnen. Forschung ist so teuer geworden, daß nicht jeder Professor mehr erwarten kann, daß seine Gerätewünsche vor seiner Haustür erfüllt werden.«[371]

In einer privaten Korrespondenz mit Professor Hanle (Direktor des 1. Physikalischen Instituts der Universität Gießen) verdeutlichte Gerwin seinen Standpunkt: »In diesem persönlichen Brief darf ich Ihnen vielleicht ganz offen sagen: Ich habe das Gefühl, daß sich die hessische Arbeitsgemeinschaft mit einem solchen Projekt übernehmen würde.«[372] Im übrigen stellte Gerwin klar, daß er die Abwanderung der Forschung von den Hochschulen für unausweichlich halte: »Die Lehrverpflichtungen lassen die Hochschulen so sehr expandieren, und es ist schon finanziell ausgeschlossen, daß die dazugehörigen Forschungsinstitute in gleichem Umfang expandieren.«[373]

Als Antwort auf Gerwins Polemik erschien in der *Frankfurter Allgemeinen Zeitung* vom 23.4.69 ein längerer Artikel des Wissenschaftsredakteurs K. Rudzinski, in dem dieser unter der Überschrift *Zu ehrgeizige Großbeschleuniger-Projekte* eine vehemente und ausführlich empirisch untermauerte, umfassende und gleichzeitig detaillierte Kritik an der bisherigen wissenschaftlichen Leistungsfähigkeit des Kernforschungszentrums Karlsruhe übte. Rudzinski war bereits mehrfach mit scharfer Kritik an dem »Establishment« des KFZK und dessen »Intrigen, Neid und Vorurteilen«[374] hervorgetreten.[375] Die KAH verfügte über gute Verbindungen zu Rudzinski und hatte von diesem bereits früher publizistische Schützenhilfe erhalten.[376] Anhand von – hier nicht darzulegenden – Kriterien versucht Rudzinski, den Nachweis mangelnder wissenschaftlicher Produktivität zu erbringen. Wichtige Schlüsselstellungen seien in Karlsruhe falsch besetzt, Macht- und Positionsdenken dominiere vor dem nüchternen Sachverstand des Ingenieurs, Technikers und Wissenschaftlers. Strukturelle Änderungen, insbesondere Abbau der Hierarchien und Mitspracherechte für die Wissenschaftler des

»Mittelbaues«, seien für eine Steigerung der Effektivität der Arbeit unerläßlich. Angesichts dieser Gegebenheiten würden neue ehrgeizige Projekte, wie vor allem der Schwerionenbeschleuniger, den bisherigen Mißerfolgen nur neue hinzufügen.

Wegen der widerstreitenden Interessen wurde die vom BMwF ursprünglich unmittelbar nach Vorliegen des vergleichenden Kostengutachtens (Ende Februar 1969) vorgesehene endgültige Standortentscheidung erst Ende Mai 1969 getroffen. Sie lautete – im Einklang mit der Empfehlung des AK II/1 – auf Darmstadt. Wer diese Entscheidung traf und warum sie so und nicht anders fiel, ist für den nicht direkt am höchstinstanzlichen Gang der Ereignisse Beteiligten nicht mit letzter Klarheit auszumachen. Die darüber veröffentlichten Berichte und Gerüchte sind widersprüchlich, so daß wir es der Phantasie des Lesers überlassen müssen, aus den verschiedenen im folgenden dargelegten Versionen auf den tatsächlichen Gang zu schließen.

Noch eine Vorbemerkung. Bei der Beurteilung von Entscheidungsprozessen ist analytisch klar zu unterscheiden zwischen den Gründen für das Zustandekommen einer Entscheidung einerseits und den von den Entscheidenden angegebenen Begründungen andererseits. Die Gründe brauchen den Entscheidenden gar nicht bewußt zu sein; die Begründungen werden u. U. erst gesucht und gefunden, wenn die Entscheidungen bereits gefallen sind. Die offiziellen Begründungen für die Standortentscheidung lassen daher nur sehr bedingt Rückschlüsse zu auf die tatsächlichen Gründe für Verlauf und Ergebnis des zugrunde liegenden Entscheidungsprozesses.

Es liegt auf der Hand, daß die Entscheidung für Darmstadt im wesentlichen mit den von der KAH vertretenen hauptsächlich hochschulpolitischen Argumenten begründet wurde; entsprechend hätte man eine Entscheidung für Karlsruhe mit den Kosten- und Zeitersparnis-Argumenten der Heidelberger und Karlsruher Physiker begründet. Tatsächlich dürfte es so gewesen sein, daß die Standortentscheidung im Zusammenhang von Interessen- und Machtkonstellationen fiel und erst anschließend öffentlichkeitswirksame Begründungsmuster dafür nachgeliefert wurden. Daher würde eine Erklärung für die Standortentscheidung, die an den von den Entscheidungs-

handelnden selbst der Öffentlichkeit als »Gründe« mitgeteilten Argumenten ansetzt, zu kurz greifen.

Berichten der Darmstädter und Frankfurter Lokalpresse zufolge[377] wurde die endgültige Standortentscheidung für Darmstadt von Minister Stoltenberg selbst getroffen, wobei den Ausschlag die hessische Bereitschaft zur Übernahme infrastrukturbedingter Mehrkosten gegeben habe. Diese Darstellung erscheint wenig glaubwürdig, da Hessen bereits ein halbes Jahr vor der endgültigen Standortentscheidung verbindlich zur Übernahme aller in Darmstadt anfallenden Mehrkosten bereit war. Eine andere Darstellung gibt das BMFT. Auf Anfrage erfuhr der Verfasser, daß der Kabinettsausschuß für wissenschaftliche Forschung, Bildung und Ausbildungsförderung[378] »auf seiner Sitzung am 22.5.69 dem Bau des Schwerionenbeschleunigers bei Darmstadt zugestimmt«[379] habe. Es ist zu beachten, daß diese Formulierung des BMFT die Frage danach, wer über den Standort *entschieden* habe, (vermutlich bewußt) offenläßt. Der Darstellung des BMFT zufolge hat sich der Kabinettsausschuß, trotz günstigerer Bau- und Betriebskosten in Karlsruhe, »auf eine entsprechende Empfehlung des Arbeitskreises II/1 »Physik« der Deutschen Atomkommission und des Ausschusses »Niederenergie-Kernphysik« gestützt«, »aus wissenschafts- und hochschulpolitischen Gründen für den Standort Darmstadt ausgesprochen«[380].

Da diese Gesichtspunkte bereits seit langem in der Debatte waren, können sie wohl die Legitimationsbedürfnisse der Entscheidungsinstanzen befriedigen, nicht aber deren tatsächliches Handeln erklären. Der Sache näher dürfte die Erklärung des BMFT kommen, daß bei der Standortentscheidung »auch berücksichtigt« worden sei, daß »das Land (Hessen; K. P.) zum damaligen Zeitpunkt noch über kein außeruniversitäres Zentrum der Großforschung verfügte«[381].

Von maßgeblich an Entstehung und Aufbau der GSI beteiligten Wissenschaftlern wurde dem Verfasser eine dritte Version über Träger und Gründe der endgültigen Standortentscheidung mitgeteilt. Danach sei über den Standort des Schwerionenprojektes aufgrund der widersprüchlichen damit verbundenen regionalpolitischen Interessen (»rotes« Hessen versus »schwarzes« Baden-Württemberg) auf höchster Ebene

entschieden worden, nämlich von der durch eine Große Koalition aus CDU/CSU/SPD getragenen Bundesregierung. Dabei hätten koalitionspolitische Gesichtspunkte den Ausschlag gegeben, während wissenschaftspolitische Argumente keine Rolle mehr gespielt hätten. Die Entscheidung für Darmstadt sei auf einer Sitzung des Bundeskabinetts im Mai 1969 gefallen, auf der zunächst wichtige währungs- und finanzpolitische Fragen behandelt worden seien. Im Mittelpunkt habe dabei die Aufwertung der Deutschen Mark gestanden; die CDU/CSU sei gegen, die SPD für eine Aufwertung gewesen. Bei mehreren Tagesordnungspunkten sei es im Kabinett zu Kampfabstimmungen gekommen, bei denen die CDU/CSU rigoros von ihrer Mehrheit Gebrauch gemacht und die SPD abgewiesen habe. Als letzter Tagesordnungspunkt sei die Standortfrage des Schwerionenbeschleunigers behandelt worden. Um den durch die vorherigen Kampfabstimmungen in wichtigen politischen Grundsatzfragen gefährdeten Koalitionsfrieden nicht noch weiter zu beeinträchtigen, habe die CDU/CSU Stimmenthaltung geübt und dadurch der SPD ermöglicht, ihren Standortwunsch Hessen durchzusetzen.

Wenn diese letztere Version über die Standortentscheidung auch nur den Charakter eines informierten Gerüchtes beanspruchen kann, erscheint sie dennoch wesentlich plausibler als die anderen Darstellungen, bei denen es sich wohl um Produkte ministerieller Öffentlichkeitsarbeit handeln dürfte.

IV.6 Die GSI: Gründung, Aufbau, Tätigkeit (1969-1974)

Vorbemerkung. Die vorliegende Studie fokussiert auf Fragen der Wissenschaftspolitik. Im Zentrum stehen wissenschaftliche und wissenschaftspolitische Bedingungs- und Entstehungszusammenhänge von Forschungsprojekten, während deren Wirkungszusammenhänge weitgehend außer Betracht bleiben. Eine adäquate Darstellung von Aufbau, Tätigkeit und Wirkung der GSI würde eine systematische Behandlung von fachlichen Problemen der Schwerionenforschung erfor-

dern, die im vorliegenden Rahmen weder beabsichtigt noch möglich ist. Um wenigstens eine ungefähre Vorstellung von den Folgen der wissenschaftlichen und wissenschaftspolitischen Initiativ-, Planungs- und Entscheidungsprozesse, die zur Entstehung der GSI führten, zu vermitteln, geben wir einen kurzen Abriß der wichtigsten Ereignisse und Entwicklungen nach der endgültigen Entscheidung über Bau und Standort der GSI. Dabei legen wir das Schwergewicht der Darstellung auf solche Vorgänge, die im Hinblick auf die in die Initiativen zur Entstehung der GSI eingegangenen Vorstellungen und Ziele bedeutsam sind.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß der Aufbau der GSI ohne unvorhergesehene technische und finanzielle Schwierigkeiten trotz starker Kostensteigerungen zügig und planmäßig vonstatten ging und geht. Es ist damit zu rechnen, daß der UNILAC im Frühsommer 1975 seinen Betrieb aufnimmt und dann bis Ende der 70er Jahre international konkurrenzlose Forschungsmöglichkeiten eröffnen wird.[382]

Herausragendes Merkmal der GSI ist, daß ihre Tätigkeit aufgrund von Institutionalisierungsform und Personalstruktur auf die Belange der Hochschulforschung zugeschnitten ist. Die bisherigen Weichenstellungen lassen erwarten, daß GSI – vorab im Sinne des von der Kernphysikalischen Arbeitsgemeinschaft Hessen vertretenen Konzepts – zu einem Zentrum anspruchsvoller Frontforschung im Hochschulverbund wird.

IV.6.1 Die Gründung

Nach Bekanntwerden der Standortentscheidung für Darmstadt bildete die KAH – zu deren »hartem Kern« noch weitere an Schwerionenforschung interessierte Wissenschaftler unterhalb des Ordinarien-»Ranges« von den Hochschulen Darmstadt, Marburg, Frankfurt, Gießen und Mainz hinzugezogen wurden, so daß sie auf über 20 aktive Mitglieder anschwoll – Arbeitsgruppen zur detaillierten Behandlung der verschiedenen anstehenden Problembereiche:

– Erarbeitung einer gemeinsamen Beschleunigerkonzeption UNILAC/HELAC (hierzu mußte die KAH das einigermaßen delikate Problem lösen, die während der Standortauseinan-

dersetzungen abgerissene Zusammenarbeit mit Schmelzer – der zur »Karlsruhe-Partei« gehört hatte – wieder in Gang zu bringen; es war klar, daß Schmelzer eine ganz entscheidende Rolle bei Durchführung und Leitung des Schwerionenprojekts zufallen würde).
– Strukturfragen des Schwerionenlaboratoriums (als Rechtsform wurde auf Wunsch des BMwF nunmehr eine GmbH vorgesehen, deren Satzung sich eng am Vorbild von DESY orientieren sollte).
– Personelle Fragen (hier ging es vor allem um die Besetzung der leitenden Stellen).
– Zeitplanung für den Aufbau von Beschleuniger, Gebäuden und Labors.
– Planungsstrukturen (hier standen drei Alternativen zur Debatte: (i) Die Einsetzung einer Privatfirma bzw. eines Firmenkonsortiums als Generalunternehmer mit Verpflichtung zur Ausschreibung der Unteraufträge; (ii) Planungswettbewerb zwischen Privatfirmen; (iii) Verantwortliche Leitung der globalen Planung durch das Schwerionenlabor selbst; – zu diesen Fragen arbeitete die KAH mit der AEG, der Gutehoffnungshütte AG, der Hochtief AG sowie mit verschiedenen Ingenieurbüros zusammen, die alle an Aufträgen interessiert waren und teilweise bereits Angebote unterbreiteten).
– Planung von Experimenten (hier ging es vor allem darum, die wissenschaftlichen Kräfte der beteiligten Hochschulen auf die Schwerionenforschung zu orientieren; in diesem Zusammenhang wurde ein gemeinsames zentrales Schwerionenseminar vorbereitet[383]).

Die Tätigkeit der Arbeitsgruppen wurde durch einen »Lenkungsausschuß« (bestehend aus den Professoren Kankeleit, Bock, Herrmann und Schopper) koordiniert, der auch für die Zusammenarbeit der KAH mit Landes- und Bundesbehörden verantwortlich war.

Am 3.7.69 nahm der Haushaltsausschuß des Deutschen Bundestages zustimmend von dem Projekt Schwerionenbeschleuniger und der hierzu von BMwF und Hessischer Landesregierung in Aussicht genommenen Finanzierung (siehe unten) Kenntnis.[384]

Die Bundesregierung bot der Kommission der Europäischen

Gemeinschaften an, das Schwerionenprojekt im EURATOM-Rahmen gemeinschaftlich zu verwirklichen und zu nutzen. Die EG-Kommission befürwortete diesen Vorschlag. Daß er dennoch nicht verwirklicht wurde, dürfte – außer an der allgemeinen Agonie von EURATOM – vor allem an französischen Wünschen gelegen haben, eine eigene Entwicklung eines universellen Schwerionen-Linearbeschleunigers, die gerade bis zum Abschluß der physikalischen Grundlagenstudien und zur Inangriffnahme der mehr technischen Probleme gediehen war[385], zur Baureife fortzuführen und in nationaler Regie zu verwirklichen.[386]

Im Herbst 1969 wurden auf Betreiben der KAH von der hessischen Landesregierung provisorische Räumlichkeiten in unmittelbarer Nähe des Standortes Leonhardstanne angekauft, um einen ersten Kristallisationspunkt für den Aufbau des Schwerionenlabors zu schaffen. Mittlerweile gediehen die Vertragsentwürfe zur Gründung der GSI und zur Satzung der Gesellschaft in Zusammenarbeit von BMwF, Bundesfinanzministerium, den hessischen Ministerien für Kultus und Finanzen sowie der KAH zur Unterschriftsreife. Am 17. 12. 69 wurde durch Unterzeichnung des Gesellschafts- und Konsortialvertrages durch den Bund und das Land Hessen die »Gesellschaft für Schwerionenforschung mit beschränkter Haftung« gegründet.[387] Für den Bund unterzeichnete Minister Leussink als Chef des bei der Regierungsneubildung nach den Bundestagswahlen im Oktober 1969 als Nachfolger des BMwF neu gebildeten BMBW[388]; für das Land Hessen unterschrieb dessen neuer Ministerpräsident Osswald (der dem früheren Kabinett Zinn als Finanzminister angehört hatte). Der Konsortialvertrag legte die Rechtsform der GSI als GmbH fest und bestimmte die vom Bund bzw. vom Land Hessen zu leistenden Stammeinlagen mit 90 000 DM bzw. 10 000 DM. Er sah weiter vor – in Übereinstimmung mit dem vom seinerzeitigen hessischen Ministerpräsidenten Zinn bereits am 9. 12. 68 dem BMwF unterbreiteten Angebot[389] –, daß die Investitionen der GSI zu 90% vom Bund und zu 10% vom Land Hessen finanziert werden, wobei das Land die infrastrukturbedingten Mehrkosten in Darmstadt allein zu tragen hatte. Die Betriebsausgaben sollten von Bund und Land von der Inbetriebnahme des Beschleunigers an zunächst im Ver-

hältnis 80:20 und ab dem sechsten Betriebsjahr im Verhältnis 90:10 aufgebracht werden.

Der Gesellschaftsvertrag der GSI bestimmte als Gesellschaftszweck
»(a) die Errichtung und der Betrieb eines Schwerionenbeschleunigers,
(b) Forschungsarbeiten mit schweren Ionen auf den Gebieten Kernphysik, Kernchemie, Festkörperforschung, Strahlenbiologie und anderen Gebieten, für welche die Erforschung der Wirkung schwerer Ionen auf unbelebte und belebte Materie von Bedeutung ist.«[390]

Der Gesellschaftsvertrag legte für die GSI eine doppelgleisige Leitungsstruktur fest, wobei sich der Bund überall den maßgeblichen Einfluß auf die Tätigkeit der GSI sicherte.

»Gesellschaftsrechtliche Organe sind
a) die Geschäftsführung
b) der Aufsichtsrat
c) die Gesellschafterversammlung
Wissenschaftliche Organe sind
a) das Wissenschaftliche Direktorium
b) der Wissenschaftliche Ausschuß
c) der Wissenschaftliche Rat.«[391]

Das oberste Leitungsorgan der GSI ist die Gesellschafterversammlung, in der der Bund 9, das Land Hessen 1 Stimme besitzt (entsprechend dem Verhältnis der Kapitaleinlagen). »Die Gesellschafterversammlung trifft die wesentlichen Entscheidungen der Gesellschaft; sie kann der Geschäftsführung Weisungen erteilen.«[392] In besonders wichtigen Fragen (u. a. Änderungen des Gesellschaftsvertrages, Festlegung des Ausbau- und Investitionsprogramms) muß die Gesellschafterversammlung einstimmig beschließen.

Die GSI hat »einen oder mehrere Geschäftsführer«[393], die von der Gesellschafterversammlung »bestellt und abberufen«[394] werden.

Der Aufsichtsrat besteht aus 6 Mitgliedern; davon entsendet 3 der Bund und 2 das Land Hessen; der Vorsitzende des Wissenschaftlichen Rates gehört dem Aufsichtsrat qua Amt an. »Der Aufsichtsrat überwacht die Rechtmäßigkeit, Zweckmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit der Geschäftsführung und berät die Gesellschafterversammlung. [...] Er hat ein umfas-

sendes Informationsrecht.«[395]

Das Wissenschaftliche Direktorium besteht aus der Geschäftsführung und drei auf Vorschlag des Wissenschaftlichen Rates von der Gesellschafterversammlung berufenen Mitgliedern. Zu seinen Aufgaben »gehören im Rahmen der Wirtschaftspläne und bei ihrer Vorbereitung fachliche Entscheidungen zur Planung, Koordinierung und Durchführung der wissenschaftlichen und technischen Arbeiten«[396].

Der Wissenschaftliche Ausschuß besteht aus den Leitern der Arbeitsgruppen und den technischen Leitern des Beschleunigers sowie weiteren aus den einzelnen Gruppen gewählten wissenschaftlichen Mitarbeitern. Er berät die GSI in wissenschaftlich-technischen Fragen und zwar insbesondere

»a) zum Forschungs- und Entwicklungsprogramm,

b) zur Berufung und Abberufung der leitenden Wissenschaftler (Gruppenleiter) und der technischen Leiter des Beschleunigers,

c) zur Benutzung der Forschungsanlage,

d) zur Übernahme weiterer Aufgaben durch die Gesellschaft.«[397]

Der Wissenschaftliche Rat schließlich besteht aus 8-12 externen Mitgliedern, die in der Regel auf eigenen Vorschlag des Wissenschaftlichen Rates von der Gesellschafterversammlung berufen werden. Er berät die GSI in »wissenschaftlich-technischen Fragen von grundsätzlicher Bedeutung«[398].

Insbesondere gehört zu seinen Aufgaben

»a) Er fördert die Zusammenarbeit der Gesellschaft mit den Hochschulen und anderen Forschungseinrichtungen;

b) er sorgt im Zusammenwirken mit der Geschäftsführung und dem Wissenschaftlichen Ausschuß für eine optimale Nutzung der Forschungsanlage;

c) er nimmt zum Entwurf des Forschungs- und Entwicklungsprogramms sowie des jährlichen Wirtschaftsplans schriftlich Stellung [...].«[399]

Weiterhin berät der Wissenschaftliche Rat bei der Besetzung der leitenden wissenschaftlichen und technischen Personalstellen.

Die auf Wunsch des BMwF für die GSI gewählte Rechtsform der GmbH mit ihrer doppelgleisigen Leitungsstruktur entsprach nicht den Wünschen der maßgeblich an der GSI-Ent-

stehung beteiligten Wissenschaftler; diese hätten lieber eine ausschließlich von Wissenschaftlern dominierte Leitung gesehen.[400] Von den Wissenschaftlern werden die »komplizierten und unübersichtlichen Strukturen« des GmbH-Rechts kritisiert, die dem wissenschaftlichen Zweck ihrer Tätigkeit ganz unangemessen seien und auch eine Kooperation mit nicht der GSI angehörenden Wissenschaftlern, etwa aus den Hochschulen, unnötig erschwerten. Die Wissenschaftler täten sich schwer in der Ausfüllung der Rollen der GmbH-Organe, so daß diese von juristisch versierten Nicht-Wissenschaftlern dominiert würden. Eine Kritik an der gesellschaftsrechtlichen Konstruktion der GSI, die nur auf ihre formal komplizierte Struktur abstellt, würde allerdings zu kurz greifen. Diese Struktur ist kein »Betriebsunfall«, sondern wurde von der Staatsverwaltung in der Absicht geschaffen, ihr als Kapitalgeber jenseits einer wirksamen Kontrolle durch Parlament und Rechnungshof die entscheidenden Kommandopositionen über die Tätigkeit der Gesellschaft zu sichern.

In einer zur Gründung der GSI vom BMBW herausgegebenen Presseerklärung wurde betont, daß »die Anlage [...] allen deutschen Hochschulen und Forschungseinrichtungen als nationales Schwerionenlaboratorium zur Verfügung stehen« werde. Die BRD scheine noch einen Vorsprung gegenüber ähnlichen in den USA und der UdSSR verfolgten Projekten zu besitzen. »Damit besteht begründete Hoffnung, daß deutsche Wissenschaftler durch die Gründung der Gesellschaft für Schwerionenforschung eine Chance erhalten, Erstleistungen auf einem Neuland der Forschung zu erbringen.«[401]

Die Gesamtkosten für die Errichtung der GSI, ohne die infrastrukturbedingten Mehraufwendungen am Standort Darmstadt, wurden vom BMBW bei einer Bauzeit von 4-5 Jahren mit 75 Mio. DM veranschlagt.[402/403]

IV.6.2 Die Abwicklung des Aufbaus

Der Aufbau der GSI wurde unmittelbar nach der Gründung zügig begonnen und weitgehend planmäßig vorangetrieben. Bereits im Frühjahr 1970 begann die Heidelberger UNILAC-Gruppe mit dem Umzug in die provisorischen Räumlichkei-

ten in unmittelbarer Nähe des zukünftigen Beschleunigerstandortes. Sie bildete den Kern der GSI-Belegschaft, die inzwischen von 55 Mitarbeitern (März 1970) auf über 300 Mitarbeiter (März 1974) angewachsen ist.[404]

Der Orientierungsrahmen für die Aufbauplanung bei GSI wurde durch einen im Auftrag der Arbeitskreise II/1 »Physik« und II/2 »Chemie« der DAtK vom ad hoc-Ausschuß »Schwerionenforschung«[405] am 1. 3. 70 vorgelegten Bericht abgesteckt. Entscheidender Leitfaden für die Forschungspolitik der GSI sowie für Personalstruktur und Personalplanung sollten demnach – entsprechend den seit Jahren von der KAH vorgetragenen Wünschen – Belange der Hochschulforschung sein. Einerseits sollten die Hochschulen in die Nutzung des Laboratoriums integriert werden, andererseits sollten von der GSI systematisch Forschungsprobleme und -mittel an die Hochschulen herangetragen und dadurch eine »Verbundforschung mehrerer Hochschulen oder anderer Forschungseinrichtungen und verschiedener Disziplinen«[406] stimuliert werden.

Zur Integration der Hochschulen in die Nutzung des Schwerionenlabors wurde eine neuartige Personalstruktur vorgesehen. »Sie stellt ein Novum insofern dar, als der überwiegende Teil der Wissenschaftler des Forscherstabes (Theorie und Experiment) Wissenschaftler von Hochschulen und auswärtigen Forschungseinrichtungen sein sollen. Ihnen steht eine geringere Zahl am Laboratorium festangestellter Wissenschaftler zur Seite.«[407] »Damit soll einmal von der wissenschaftlichen Kapazität (der Hochschulen) Gebrauch gemacht werden, zum anderen bietet sich die Möglichkeit, den Hochschulen moderne und zukunftsträchtige Forschung über lange Zeit zu sichern. Nur eine solche Bindung der Hochschulen an Großforschungseinrichtungen bietet bei dem wachsenden Forschungsaufwand Chancen auf Erhaltung ihres wissenschaftlichen Niveaus und gibt auch in Zukunft genügend Anreiz für hervorragende Wissenschaftler, an den Hochschulen zu bleiben.«[408]

Insgesamt war vorgesehen, daß 135 Wissenschaftler an Forschungsaufgaben bei GSI arbeiten bzw. von Hochschulinstituten o. ä. her mit GSI zusammenarbeiten. Von diesen sollten lediglich 20 mit Dauerstellen Versehene den Kern des

Forschungsstabes bilden und im Rahmen eines umfassenden Forschungsprogramms die Kontinuität der Forschungsarbeiten gewährleisten. Der Hauptteil der wissenschaftlichen Aktivität bei GSI sollte von nur vorübergehend bei GSI arbeitenden Besuchergruppen getragen werden. Inzwischen zeichnet sich jedoch eine Tendenz ab, den Beschleuniger in erheblich stärkerem Umfang durch bei GSI fest angestellte Wissenschaftler zu nutzen. Während diese Pläne naturgemäß erst nach Inbetriebnahme des Beschleunigers zur Verwirklichung anstehen, begann die GSI bereits ab 1970 mit der Initiierung von (Verbund-) Forschung an verschiedenen Hochschulen. Im Rahmen eines Programms »Physik und Chemie am Schwerionenbeschleuniger der GSI« werden seither etwa 40 Wissenschaftler- und 10 Technikerstellen finanziert; bis 1973 wurden etwa 7 Mio. DM an Sach- und Personalmitteln aufgebracht.[409]

Im März 1970 wurde der erste Wissenschaftliche Rat der GSI aufgrund einer vom Ad-hoc-Ausschuß »Schwerionenforschung« vorgelegten Vorschlagsliste vom BMBW berufen.[410] Anläßlich seiner Konstituierung fand am 17. 3. 70 in der TH Darmstadt ein großes ganztägiges wissenschaftliches Kolloquium statt, auf dem »über 190 namhafte Wissenschaftler aus der gesamten BRD über das experimentelle Programm für die spätere wissenschaftliche Nutzung sowie (über) Art und Aufbau des Beschleunigers«[411] diskutierten. Als Referenten trugen vor Prof. Bock (Marburg/Heidelberg) über die Möglichkeiten kernphysikalischer Forschung mit dem Beschleuniger; Prof. Herrmann (Mainz) über Kernchemie und superschwere Elemente; Prof. Schmelzer (Heidelberg) über verschiedene Strukturvorschläge für den Schwerionenbeschleuniger; Dr. Böhne (Heidelberg) über die Arbeiten der Heidelberger UNILAC-Studiengruppe und Dr. Klein (Frankfurt) über die Arbeiten der Frankfurter HELAC-Gruppe.[412]

Im Juli 1970 fiel die Entscheidung über die von der GSI zu errichtende Beschleunigerstruktur: Das Wissenschaftliche Direktorium[413] und der Wissenschaftliche Rat der GSI sowie der Ad-hoc-Ausschuß »Schwerionenforschung« beschlossen, daß eine reine UNILAC-Konzeption ohne Wendeln gebaut werden sollte.[414] Die Frage, ob der UNILAC, der HELAC oder aber eine gemischte Version gebaut werden soll-

te, war vom AK II/1 bei seinen abschließenden Empfehlungen zum Schwerionenprojekt vom 29. 10. 68 zunächst offengelassen worden. Der AK II/1 hatte seinerzeit angeregt, daß die UNILAC- und HELAC-Gruppen zusammenarbeiten sollten, um gegebenenfalls zu einem gemeinsamen optimalen Strukturvorschlag zu kommen. Weiterhin hatte er einen Bericht über die vorhandenen Strukturvorschläge angefordert. Dieser Bericht war am 20. 5. 69 von einer vom Ausschuß »Niederenergie-Kernphysik« des AK II/1 gebildeten Kommission vorgelegt worden.[415] Die Kommission kam zu der Empfehlung, daß für den vor dem Stripper liegenden Teil des Beschleunigers der UNILAC-Entwurf gebaut werden sollte; für den Nach-Stripper-Teil sei dagegen »aus physikalisch-technischer Sicht keine Entscheidung zugunsten eines Entwurfs möglich«[417]. »Angesichts dieser Lage erscheint es den Berichterstattern am vernünftigsten, die Entscheidung über den Aufbau des Beschleunigers dem künftigen Leiter der Beschleunigergruppe zu überlassen.«[418]

In Zusammenarbeit von UNILAC- und HELAC-Gruppe wurden 1969/70 mehrere Strukturvorschläge erarbeitet, die alle die folgenden vom Ad-hoc-Ausschuß »Schwerionenforschung« unter Gesichtspunkten der wissenschaftlichen Nutzung geforderten, »beträchtlich über die an gegenwärtigen Schwerionenbeschleunigern verfügbaren Strahleigenschaften hinausgehenden«[419/420] Strahlparameter erreichten bzw. übertrafen:

»1. Beschleunigung aller Atomionen bis zur Masse 240.

2. Maximale Endenergie von 10 MeV/Nukleon für die schwersten Teilchen.

3a. Kontinuierliche Einstellbarkeit der Endenergie bis herab zu 1,5 MeV/Nukleon.

b. Aufrechterhaltung der Hf-Mikrostruktur im gesamten Energiebereich.

4a. Teilchenströme von mindestens 10^{11}/sec.

b. Keine Beschränkung der Teilchenströme durch das Beschleunigungsprinzip, falls zukünftige Ionenquellen bis zu 100fach größere Ströme an hochgeladenen Ionen liefern.

c. Möglichst großes, wirtschaftlich noch vertretbares Tastverhältnis, mindestens 25%.

d. Gegebenenfalls simultane Beschleunigung mehrerer La-

dungszustände.
5. Erreichbare Energieschärfe besser als 0,1 %.«[421]

Nachdem die verschiedenen Strukturvorschläge auf dem anläßlich der Konstituierung des Wissenschaftlichen Rates der GSI am 17. 3. 70 abgehaltenen Kolloquium in der interessierten wissenschaftlichen Öffentlichkeit diskutiert worden waren, kam der Wissenschaftliche Rat »in seiner Sitzung am 18. 3. 70 zu der Ansicht, aus Gründen der physikalischen Möglichkeiten dem Entwurf III (dabei handelte es sich um einen modifizierten HELAC; K.P.) den Vorzug zu geben, dessen genauere Untersuchung der ad hoc-Ausschuß ›Schwerionenforschung‹ am gleichen Tage anregte«[422].

Die weitere Untersuchung der Strukturvorschläge I (reine UNILAC-Konzeption ohne Wendeln) und III ergab, daß I wegen der geringen Anzahl der Hochfrequenz-Speisestellen eine höhere Betriebssicherheit aufweisen würde, während demgegenüber III flexibler hinsichtlich bei etwaigen Fortschritten in den Ionenquellen künftig möglicher Steigerung der Endenergie wäre. In einem zur entscheidenden Sitzung des Wissenschaftlichen Direktoriums der GSI über die Wahl der Beschleunigerstruktur erstellten Memorandum kam Schmelzer zu der Schlußfolgerung, daß die betriebstechnischen Vorteile des unter seiner Leitung ausgearbeiteten Strukturvorschlags I (UNILAC) höher zu bewerten seien als der Vorteil größerer Flexibilität des von der Frankfurter Konkurrenz verfochtenen Strukturvorschlags III (modifizierter HELAC): »Eine Einstellung gewünschter Betriebsparameter von Hand ist bei I möglich, bei III problematisch. I ist daher früher als III in vollem Umfang und mit hinreichender Betriebssicherheit für den Forschungsbetrieb einsetzbar.
Daher kann nach Ansicht des Berichterstatters nur die Realisierung des Strukturvorschlags I verantwortet werden.«[423]

Am 13. 7. 70 faßte das Wissenschaftliche Direktorium der GSI folgende Beschlüsse zur Wahl der Beschleunigerstruktur:
»1. Das Wissenschaftliche Direktorium hat das von Herrn Schmelzer vorgelegte Memorandum zur Wahl der Beschleunigerstruktur beraten. [...] Das Wissenschaftliche Direktorium spricht sich [...] dafür aus, den Strukturvorschlag I zu realisieren.
2. [...] einer Arbeitsgruppe unter Leitung von Prof. Klein

(Ffm.) (wird) die Erweiterung einer existierenden Schwerionenbeschleunigungsanlage durch Einbau eines Wendel-Nachbeschleunigers [...] übertragen. Diese Einrichtung sollte Forschungsgruppen der GSI schon vor Fertigstellung des UNILAC in ausreichendem Maße Gelegenheit geben, vorbereitende Experimente durchzuführen.«[424]

Der Ad-hoc-Ausschuß »Schwerionenforschung« schloß sich am 23. 7. 70 den Beschlüssen des Wissenschaftlichen Direktoriums an: »Nach Anhörung der Professoren Schmelzer und Klein [...] stimmt der ad hoc-Ausschuß den Vorschlägen des Wissenschaftlichen Direktoriums vom 13. 7. 70 einstimmig zu, wobei beide Beschlüsse als Junktim betrachtet werden. [...] Der ad hoc-Ausschuß richtet an das MPI für Kernphysik in Heidelberg die Bitte, mit seinen Einrichtungen das Projekt des Nachbeschleunigers zu ermöglichen. [...] Er bittet das BMBW, die Realisierung durch rechtzeitige Bereitstellung der finanziellen Mittel zu ermöglichen.«[425]

Am 24. 7. 70 tagte der Wissenschaftliche Rat der GSI; er schloß sich mit Mehrheit den Beschlüssen des Wissenschaftlichen Direktoriums vom 13. 7. 70 an.

Aufgrund des vom Wissenschaftlichen Direktorium an Klein und Mitarbeiter gegebenen Auftrages begann eine Arbeitsgruppe (Bock von der GSI, Grosse vom MPI für Kernphysik in Heidelberg, Klein und Mitarbeiter vom Institut für Angewandte Physik der Universität Frankfurt) mit der Ausarbeitung eines Vorschlags zur Erweiterung des Heidelberger MP-Tandems. Im Februar 1971 legte diese Arbeitsgruppe ein Memorandum zur Verwirklichung des »TALIX«[426] genannten Projekts vor.[427] In der wissenschaftlichen Begründung für den TALIX wurde besonders auf den angesichts der ausländischen Konkurrenz (Orsay, Berkeley, Dubna) für erheblich angesehenen Zeitgewinn von 1 bis 1½ Jahren gegenüber der Fertigstellung des UNILAC bei der GSI hingewiesen: »Bei einem Starttermin April 1971 soll der Probebetrieb im Mai 1973 beginnen; ewa 3-6 Monate später soll dann der Strahl für Experimente freigegeben werden.«[428] Auch nach Fertigstellung des UNILAC würde TALIX – so das Memorandum – wegen seiner unterschiedlichen Strahlspezifikationen eine dauernde Entlastung und Ergänzung des UNILAC darstellen und als »Zweitbeschleuniger der GSI seine Bedeutung behal-

ten«[429]. »Gleichzeitig würde damit ein origineller Beitrag auf dem Gebiet der Beschleunigerphysik zur Reife entwickelt werden können, ein vom Technologischen her außerordentlich interessantes Projekt.«[430]

Für den Aufbau des TALIX wurden Sachmittel von 9,27 Mio. DM und Personalmittel (12 Wissenschaftler und 13 Techniker) von 2,0 Mio. DM veranschlagt. Entsprechend der Empfehlung des AK II/1 und seines ad hoc-Ausschusses »Schwerionenforschung« stellte das BMBW zunächst 10 Mio. DM für den TALIX bereit (1 Mio. DM wurden vom MPI für Kernphysik in Heidelberg übernommen), doch wurden die Gelder wieder storniert, nachdem an der Wendel gewisse – möglicherweise zunächst überbewertete[431] – technische Schwierigkeiten aufgetaucht waren.

Am MPI für Kernphysik in Heidelberg und bei der GSI bestand jedoch weiterhin großes Interesse daran, den Heidelberger MP-Tandem durch einen Nachbeschleuniger für mittelschwere Ionen auszubauen. Auf einem informellen Symposium im Juni 1972 in Heidelberg wurde der Vorschlag gemacht, zur Nachbeschleunigung die auch für den UNILAC vorgesehenen Einzelresonatoren zu verwenden. Dieser Vorschlag war erheblich billiger als der TALIX (nämlich nur 5,2 Mio. DM Baukosten), da man einfach in die für den UNILAC vorgesehenen Lieferverträge für die Einzelresonatoren hätte einsteigen können. Der Vorschlag für einen Nachbeschleuniger aus Einzelresonatoren wurde vom Sachverständigenkreis K 2 »Kernphysik und Schwerionenforschung«[432] befürwortet, »da bereits erkennbar ist, daß die Beschleunigerprojekte von Darmstadt (UNILAC) und Berlin (VICKSI)[433] auf absehbare Zeit den Bedarf an Experimentiermöglichkeiten nicht befriedigen können«.[434]

Trotz dieser Empfehlung stellte das BMBW keine Mittel für einen Nachbeschleuniger aus Einzelresonatoren zur Verfügung. Da die Bundesmittel für Kernforschung stagnieren oder sogar schrumpfen sollen, verfolgte das BMBW die Politik, mit den knapper werdenden Mitteln möglichst originelle und neuartige Projekte zu fördern. Dies wäre beim Wendel-Nachbeschleuniger gegeben gewesen, nicht aber bei den Einzelresonatoren. Mittlerweile arbeitet eine Gruppe von Physikern des Instituts für Angewandte Physik der Universität Frankfurt,

des MPI für Kernphysik in Heidelberg und des KFZK an der Erstellung eines Entwurfs für einen Nachbeschleuniger mit supraleitenden Wendeln.[435] Dessen Kosten sollen in etwa im Rahmen des alten TALIX-Projekts bleiben, wobei eine völlig neuartige Technologie entwickelt wird.

Nach diesem Exkurs über die am Rande der GSI verfolgten Nachbeschleuniger-Projekte zurück zum Aufbau des Labors in Darmstadt.

Eine zentrale von der GSI zu entscheidende Frage betraf die Projektabwicklung im ganzen: Sollte eine Firma bzw. ein Firmenkonsortium als Generalunternehmer fungieren, oder sollte die GSI selbst die Projektleitung übernehmen und jeweils Einzelaufträge an Industrieunternehmen erteilen? Diese Frage wurde im Sinne der zweiten Alternative entschieden. Von Schmelzer wurde als wichtiges Argument zugunsten eines »Selbstbaus« genannt, daß dieser – wie seine Erfahrungen bei der Errichtung des 30 GeV-Protonen-Synchrotrons von CERN zeigten – dem späteren Betrieb des Beschleunigers sehr zustatten komme. Durch die Teilhabe an Konzipierung und Bau des Beschleunigers würden viele (Größenordnung 100) Mitarbeiter qualifiziert, deren Qualifikation und intime Kenntnis aller Details der Anlage sich sehr günstig auf deren Betrieb auswirken würde.[436] Von diesen Überlegungen abgesehen wurde die Entscheidung zum »Selbstbau« der GSI schon dadurch aufgezwungen, daß keine Firma bereit war, als Generalunternehmer eine Garantie zu übernehmen, daß der zu erstellende Beschleuniger auch tatsächlich einen Strahl entsprechend den in der Entwicklungsphase von den Physikern erarbeiteten und festgelegten Spezifikationen liefern werde. Wenn die GSI diese Garantie nicht gefordert hätte, wäre die AEG bereit gewesen, als Generalunternehmer zu fungieren.[437]

Die GSI führt also die gesamte globale Projektplanung selbst durch. Weiterhin erarbeitet sie physikalische und technische Lösungsmöglichkeiten für alle Komponenten des Beschleunigers bis hin zu technischer Detailplanung.[478] Nach der Entscheidung über die zu verwirklichende Lösung wird dann die technische Detailplanung so konkretisiert, daß sie als »Pflichtenheft« mit genauen Fertigungsspezifikationen an interessierte Firmen geht.[439] Nach Prüfung der eingegangenen

Angebote, die in der Regel stark im Preis variieren (typisch um einen Faktor 3)[440], erfolgt dann die Auftragsvergabe.[441]

In besonderen Fällen erstellt die GSI selbst Fertigungskapazitäten für Komponenten des Beschleunigers.

So war nur eine von 25 angeschriebenen Firmen in der Lage, eine Spezialverkupferung der Beschleunigertanks auszuführen. Sie verlangte jedoch einen so »exorbitanten Preis«[442], daß die GSI sich entschloß, die Verkupferung in eigener Regie durchzuführen. Dazu wurde ein zunächst nicht vorgesehenes zusätzliches Gebäude errichtet, in dem ein GSI-eigenes »Verkupferungsunternehmen« arbeitet.[443]

Im Spätherbst 1971 begannen die Bauarbeiten für die Gebäude von Beschleuniger, Labors und Werkstätten. Gleichzeitig wurden die Komponenten der Beschleunigeranlage mit der längsten Lieferzeit (»Langläufer«) in Auftrag gegeben.[444] Bis Mitte 1972 waren die meisten Großaufträge für Komponenten des Beschleunigers vergeben.[445] Bei den Anforderungen an die Bauelemente wird von einer geforderten Nutzungsdauer des UNILAC von 15 Jahren ausgegangen. Mitte 1973, nach Fertigstellung von Beschleuniger- und Experimentiergebäuden[446], begann die Montage des Beschleunigers. Anfang 1974 war der Wideröe-Abschnitt des UNILAC bis auf die Driftröhren montiert, mit der Montage der Alvarez-Tanks wurde begonnen.[447] Im Herbst 1974 sollen erstmals Argon-Ionen bis zum Stripperabschnitt (auf 1,4 MeV/Nukleon) beschleunigt werden. Ende 1974 soll der UNILAC bis zum Ende des Alvarez-Abschnitts betriebsbereit sein. Im April 1975 wird der Sender für den letzten der 20 Einzelresonatoren geliefert werden; gleichzeitig soll der Ionenstrahl erstmals die große Experimentierhalle erreichen.[448]

Der unter Mitwirkung zahlreicher Industriefirmen durchgeführte Aufbau der GSI ging und geht also planmäßig voran; und dies trotz zunehmend krisenhafter Wirtschaftsentwicklung, chronischer Finanzdefizite in den öffentlichen Haushalten und gegenüber den Vorausschätzungen starker Kostenerhöhungen des Schwerionenlabors. So wird der UNILAC statt der veranschlagten 28,6 Mio. DM insgesamt 47 Mio. DM kosten. Die Gesamtkosten von Beschleuniger, Gebäuden und wissenschaftlich-technischer Erstausstattung werden mit über 150 Mio. DM mehr als doppelt so hoch sein, wie noch bei der

Gründung Ende 1969 veranschlagt. Einschließlich der Personalkosten wird GSI bis zum Ende der Aufbauphase 1975 über 250 Mio. DM verschlingen.[449]

Von der Kürzung der Bundesmittel für Kernforschung gegenüber den in der mittelfristigen Finanzplanung zunächst vorgesehenen Ansätzen ist GSI bisher kaum betroffen. Die benötigten Sachmittel wurden planmäßig zur Verfügung gestellt; lediglich die Personalstellen konnten nicht ganz im geplanten Tempo vermehrt werden.[450] Der im *4. Atomprogramm* nach der Aufbauphase vorgesehene GSI-Jahresetat (1976: 33 Mio. DM) wird allerdings nur für Personal- und Betriebskosten ausreichen; ein Auf- und Ausbau experimenteller Anlagen wird damit nicht möglich sein.[451]

IV.6.3 Vorbereitung von Forschungsprogrammen und Experimenten

Während bis zur für den Frühsommer 1975 geplanten Inbetriebnahme des UNILAC fast die gesamte wissenschaftliche und technische Kapazität der GSI auf den Bau des UNILAC konzentriert bleibt, wird gleichzeitig mit zunehmender Intensität – in mannigfachen Kooperationen mit interessierten Hochschulinstituten – die wissenschaftliche Nutzung des Schwerionenbeschleunigers vorbereitet. Das Ziel ist »die Bereitstellung funktionierender Experimentiereinrichtungen zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme des Beschleunigers und einer im Umgang mit diesen Apparaturen erfahrenen Mannschaft«[452].

Die allgemeinen Gesichtspunkte für die Planung der wissenschaftlichen Nutzung des UNILAC wurden im März 1970 vom Ad-hoc-Ausschuß »Schwerionenforschung«[453] vorläufig festgelegt.[454] »Mit der Fertigstellung des Schwerionenbeschleunigers wird sich in einigen Jahren für die Kernphysik und Kernchemie ein Gebiet eröffnen, das für Experimentatoren wie für Theoretiker zum großen Teil wissenschaftliches Neuland sein wird. Beim Experimentieren mit sehr schweren Ionen wird man sich nur teilweise bisher gebräuchlicher Methoden bedienen können. Neue Methoden sind zu entwikkeln, bestehende im Hinblick auf die speziellen Erfordernisse zu modifizieren. [...] Die Experimentiertechnik und der

Aufbau von Apparaturen muß bis zur Inbetriebnahme des Beschleunigers ein Stadium erreicht haben, das seine optimale Ausnutzung gewährleistet. Die Planung und Vorbereitung der Experimente sowie die Erarbeitung der notwendigen experimentellen Methoden ist daher schon zu einem frühen Zeitpunkt in Angriff zu nehmen und systematisch zu betreiben.«[455]

Diese Aufgaben sollten – entsprechend dem insgesamt bei der Institutionalisierung der GSI verfolgten Konzept einer Stärkung der Hochschulforschung – schwerpunktmäßig von mit der GSI kooperierenden Hochschulinstituten wahrgenommen werden, während der GSI selbst hauptsächlich Planungs- und Koordinationsfunktionen zufallen sollten.

Der ahA stellte hierzu fest: »Eine Reihe von Hochschulinstituten, die auf dem Gebiet der Kernphysik und Kernchemie arbeiten, haben sich bereit erklärt, an den Vorbereitungsarbeiten mitzuwirken und Verantwortung für Aufbau- und Entwicklungsarbeiten zu übernehmen. Teilweise arbeiten sie bereits auf dem Gebiet der Schwerionenphysik oder an verwandten Problemen. Sie sind bereit, das Arbeitsprogramm ihres Instituts weitgehend auf das Programm der GSI abzustimmen und die [...] residenten Gruppen[456] zu stellen. Auf die Kooperation der Institute und die Bildung gemischter Arbeitsgruppen im Sinne der Verbundforschung wird Wert gelegt. [...] Um eine möglichst große Effektivität der geplanten Verbundforschung zu erreichen, sind an den Hochschulinstituten die notwendigen Voraussetzungen zu schaffen. Neben Stellen für wissenschaftliches und technisches Personal sind Investitionen dringend erforderlich. Kostspielige Geräte und aufgebaute Apparaturen sollen zu gegebener Zeit an die GSI übergehen. Um die Arbeiten rasch in Gang zu bringen, ist es notwendig, diesen Instituten schon für 1970 Sach- und Personalmittel zur Verfügung zu stellen.«[457]

Aufgrund von bereits vorliegenden Anträgen interessierter Hochschulinstitute kam der ahA zu folgenden Bedarfsschätzungen 1970-1973[458] (s. Tab. S. 252).

Entsprechend den vom ahA gemachten Vorschlägen lief noch im Jahre 1970 ein Programm »Physik und Chemie am Schwerionenbeschleuniger der GSI« an. In dessen Rahmen wurden verschiedenen Hochschulen jährlich etwa 2-3 Mio.

	Personalmittel	Sachmittel	(in Mio. DM)
Physik	5,9	8,0	
Chemie	2,9	4,4	
Gesamt	8,8	12,4	

DM für etwa 40 Wissenschaftlerstellen sowie für Sachinvestitionen beim Aufbau größerer Experimentiergeräte zur Verfügung gestellt.[459] Die Arbeiten an den Hochschulen werden dabei durch die GSI innerhalb ihres Zuständigkeitsbereiches nach einem ähnlichen Verfahren gefördert, wie es vom BMFT praktiziert wird: Die Hochschulinstitute stellen Anträge an die GSI, die aufgrund der vom Wissenschaftlichen Direktorium ausgearbeiteten Vergabevorschläge nach einer Stellungnahme des Wissenschaftlichen Rates faktisch vom WD entschieden werden (formell liegt die letzte Entscheidung bei der Gesellschafterversammlung).[460/461]

Es werden vor allem Arbeiten zur Vorbereitung des experimentellen Programms gefördert, daneben aber auch beschleunigerorientierte und theoretische Arbeiten.[462] Bis 1972 wurden 34 experimentell arbeitende Gruppen an 8 Hochschulen gefördert; davon 23 Arbeitsgruppen an den der GSI benachbarten hessischen Hochschulen.[463] Eine Übersicht über die von GSI unterstützten experimentellen Aktivitäten an Hochschulen gibt Anhang 33.

Entsprechend den Planungen sind die auf Nutzung des Beschleunigers zielenden Aktivitäten bei GSI selbst gegenüber den von ihr an den Hochschulen geförderten Arbeiten bisher vergleichsweise gering. Im März 1973 waren nur 13 der seinerzeit 222 GSI-Beschäftigten in diesem Bereich tätig[464]; er soll allerdings stärker ausgebaut werden als anfänglich beabsichtigt. Die GSI übernimmt also zunehmend wichtige strategische Aufgaben bei der Organisierung und Lenkung der Hochschulforschung im Bereich von Niederenergie-Kernphysik und Schwerionenforschung. Darüber hinaus hat der Sachverständigenkreis K 2 »Kernphysik und Schwerionenforschung«[465] beim BMFT empfohlen, zur »verstärkten Koordination der Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Schwerionenforschung«[466] eine Arbeitsgemeinschaft zu bilden,

der neben der GSI die anderen Zentren der Schwerionenforschung in der BRD angehören sollen, nämlich das MPI für Kernphysik in Heidelberg (Nachbeschleuniger-Projekt am MP-Tandem) und das HMI in Berlin (Projekt VICKSI).[467] Dazu allerdings ist es bisher nicht gekommen. Zur wissenschaftlichen Kommunikation zwischen Hochschulen und GSI und zur Koordinierung der Forschungsarbeiten werden bei der GSI seit Mitte 1972 etwa vierteljährlich Arbeitstagungen abgehalten.

Ein weiterer wichtiger Kristallisationskern für die Forschungsarbeiten mit Schwerionen ist das GSI-Seminar. Seine Einrichtung wurde unmittelbar nach Bekanntwerden der Standortentscheidung zugunsten von Darmstadt im Sommer 1969 – also noch vor Gründung der GSI – von den an der Schwerionenforschung interessierten Wissenschaftlern der Hochschulen Darmstadt, Frankfurt, Gießen, Heidelberg, Mainz und Marburg beschlossen. Das GSI-Seminar findet seit dem Wintersemester 1969/70 mit wöchentlichen Sitzungen an verschiedenen der beteiligten Hochschulorte statt; seit die GSI über provisorische Vortragsräume verfügt – Sommersemester 1972 – wird dies Seminar in Wixhausen abgehalten. Das GSI-Seminar richtet sich insbesondere an die jüngeren Mitarbeiter (Diplomanden, Doktoranden und jüngere promovierte Wissenschaftler) der beteiligten Institute sowie an das im Aufbau befindliche wissenschaftliche Personal von GSI. Sein Ziel besteht darin, durch Schaffung eines fest institutionalisierten Kerns von über Schwerionenphysik arbeitenden und kommunizierenden (vor allem jüngeren) Wissenschaftlern ganz allgemein die personelle Basis der Schwerionenforschung im Umkreis der GSI zu verbreitern.

Das Schwergewicht der behandelten Themen liegt in der experimentellen und theoretischen Kernphysik mit Schwerionen und verwandten Gebieten der Kernphysik (insbesondere Kernspaltung). Daneben werden kernchemische und atomphysikalische Fragen sowie experimentelle und apparative Probleme der Schwerionenforschung behandelt.[468] Die Referate wurden anfangs zumeist von Angehörigen der beteiligten Institute bestritten, die in der Regel über eigene häufig durch Zuwendungen der GSI an die Hochschulinstitute geförderte Arbeiten berichteten. Es tragen aber auch – im Laufe der Zeit

zunehmend – auswärtige Gäste vor, teilweise international renommierte Wissenschaftler. Prominenteste Referenten bisher waren Glenn T. Seaborg, Chemie-Nobelpreisträger 1951 für Entdeckungen auf dem Gebiet der Transurane[469], später Präsident der USAEC, sowie G. N. Flerov aus Dubna (UdSSR).

Im Februar 1972 – also bereits 3 Jahre vor der geplanten Inbetriebnahme des UNILAC – legte das Wissenschaftliche Direktorium der GSI einige »Überlegungen zum experimentellen Forschungsprogramm« vor.[470] Diese gingen aus von möglichen und aussichtsreichen Forschungsprogrammen in den Disziplinen Kernphysik, Kernchemie und Atomphysik. Obwohl von den Verantwortlichen stets und zu Recht der interdisziplinäre Charakter der Schwerionenforschung betont wird, blieben mögliche Forschungsprogramme in anderen Disziplinen – Biophysik, Festkörperphysik; mehr angewandte Bereiche wie Werkstoffuntersuchungen, Strahlenschäden, Oberflächenvorgänge – zunächst außer Betracht. Diese Schwerpunktsetzung wurde vom Wissenschaftlichen Direktorium damit begründet, daß es zunächst um die »Planung einer möglichst universell verwendbaren ersten Ausstattung an Großgeräten«[471] gehe und der apparative Aufwand in Kernforschung und Atomphysik besonders groß sei. Diese Erklärung klingt zwar plausibel, doch dürfte für die Konzentration der Forschungsprogramme auf Kernphysik, Kernchemie und Atomphysik auch eine wissenschaftlich nicht begründbare »partikularistische Interessenwahrnehmung« (Weingart)[472] der nuclear physics community eine wichtige Rolle spielen. Die Entstehung der GSI ging ja wesentlich auf Initiativen von Kernphysikern und – in geringerem Maße – von Kernchemikern zurück; diese besitzen in der GSI eine sehr starke Stellung (dominierender Einfluß in Wissenschaftlichem Direktorium und Wissenschaftlichem Rat). Da schon jetzt absehbar ist, daß der UNILAC das Interesse von Kernphysikern und Kernchemikern an Schwerionenexperimenten kaum wird befriedigen können, liegt es auf der Hand, daß diese sich nicht zusätzliche Konkurrenten um die knappe Strahlzeit aus anderen Disziplinen aufbauen wollen und daher zunächst keine Ansätze zur Entwicklung von Forschungsprogrammen in Biophysik und Festkörperphysik

unternahmen.[473] Erst in letzter Zeit, mit der zunehmenden Verknappung staatlicher Fördermittel für die Grundlagenforschung, werden bei GSI verstärkt angewandte Probleme (Erzeugung und Untersuchung von Strahlenschäden an Reaktorwerkstoffen, Halbleiteruntersuchungen, Ionen-Implantation) ins Auge gefaßt.[474]

Die 1972 vom Wissenschaftlichen Direktorium vorgenommene – noch relativ grobe – vorläufige Festlegung von Forschungsprogrammen erfolgte nach wissenschaftsinternen Kriterien, ausgehend von den fachwissenschaftlich aktuellsten Fragestellungen, wobei insbesondere auch die Konkurrenz anderer fortgeschrittener Schwerionenbeschleuniger (gekoppelte Zyklotrons in Dubna, Super-HILAC in Berkeley)[475] berücksichtigt wurde.

Die Analyse der ins Auge gefaßten Forschungsprogramme hinsichtlich der mit ihnen verbundenen Meßprobleme zeigte, daß einerseits die Untersuchung eines spezifischen Forschungsproblems häufig den Einsatz verschiedener Meßmethoden, -techniken und -apparate erfordert, andererseits spezifische Meßtechniken häufig auf die Untersuchung verschiedenster Forschungsprobleme angewandt werden können. Mit anderen Worten: Die Logik der auf der Grundlage umfassender disziplinärer Paradigmen[476] erzeugten und formulierten Forschungsprobleme liegt »quer« zur Logik der instrumentell-apparativen Beherrschung der empirischen Phänomene.[477]

Dieser weitgehenden »Problem-Invarianz«[478] von Meßtechniken wurde bei der Vorbereitung des experimentellen Programms dadurch Rechnung getragen, daß die Planungen »Experiment-orientiert« vorgenommen wurden. Die – hauptsächlich von mit der GSI kooperierenden Hochschulgruppen ausgeführten – Arbeiten wurden nicht anhand von wissenschaftlichen Problemstellungen strukturiert, sondern aufgrund von experimentell-methodischen, apparativen und technologischen Problemen.[479]

Eine kurzgefaßte Übersicht über die für die wissenschaftliche Nutzung der GSI vom Wissenschaftlichen Direktorium 1972 vorläufig festgelegten Forschungs- und Meßprobleme sowie die zu ihrer Bearbeitung erforderlichen Apparaturen gibt Anhang 34. Anhang 33 informiert über die an Hoch-

schulen bearbeiteten Themen; Anhang 35 schließlich enthält die vorläufige Zeitplanung für die Inbetriebnahme der experimentellen Erstausstattung von GSI.

1 Für eine zusammenfassende tabellarische Übersicht siehe Anhang 27.
2 Amtsgericht Darmstadt, Handelsregister B 1528.
3 Siehe Anhang 16.
4 Kapitel IV.2.
5 Kapitel IV.3 und IV.4.
6 Vgl. Kapitel II.4.3.1 und II.4.3.2.
7 Neben der Wirtschaftskrise dürfte auch eine bewußte Verzögerungstaktik des BMwF aus parteipolitischen Motiven eine Rolle gespielt haben; vgl. p. 199f.
8 Siehe Kapitel IV.5.2.
9 Siehe Kapitel IV.5.3.
10 Siehe Kapitel IV.6 ff.
11 Vgl. die Geschäftsordnung der DAtK, Anhang 6.
12 Aus naheliegenden Gründen müssen wir vielfach darauf verzichten, von uns angeführte Informationen und Zitate durch Quellenangaben zu belegen.
13 Siehe Anhang 28.
14 Ch. Schmelzer, private Mitteilung.
15 Ordinarius am Institut für Theoretische Physik und Mechanik der Universität Heidelberg, international angesehener Kerntheoretiker, Nobelpreis für bahnbrechende Arbeiten zum Schalenmodell des Atomkerns.
16 U. Schmidt-Rohr, *atw 4* (1959) 293; AEG (Hrsg.), *AEG* ..., a.a.O., p. 41.
17 *Hdbch. Atomw.*, Fach G3 p. 2.
18 Ch. Schmelzer, private Mitteilung.
19 Ch. Schmelzer, private Mitteilung.
20 J. A. Wheeler, *Nuclear fission and nuclear stability.* In: *Niels Bohr and the development of physics*, London 1955, p. 163 ff.; ders., *Phys. Rev. 109* (1958) 126.
21 Siehe Teil III, Anm. 23.
22 Es gibt eine Vielfalt experimenteller Möglichkeiten, die einen Schwerionenbeschleuniger wünschenswert machen. Unter ihnen stellt die experimentelle Untersuchung von superschweren Kernen in vielerlei Hinsicht die weitestgehenden Anforderungen an die Strahlparameter und damit an die Beschleunigerentwicklung.
23 Ch. Schmelzer, private Mitteilung.
24 Ch. Schmelzer, private Mitteilung.
25 Siehe Kapitel III.2.2.1.
26 Ch. Schmelzer, private Mitteilung.
27 Ch. Schmelzer, *Memorandum zur Strukturwahl des Schwerionenbeschleunigers vom 13. 7. 70*, p. 1.
28 Siehe Anhang 29.

29 Direktor des MPI für Kernphysik in Heidelberg.
30 Ch. Schmelzer, private Mitteilung.
31 Schmelzer wurde auswärtiges Mitglied des Heidelberger MPI.
32 Ch. Schmelzer, private Mitteilung.
33 H. D. Betz, G. Hortig, E. Leischner, Ch. Schmelzer, B. Stadler, J. Weihrauch, *The average charge of stripped heavy ions.* In: *Phys. Lett. 22* (1966) 643.
34 Ch. Schmelzer et al., *UNILAC. Ein Linearbeschleuniger für Atomionen beliebiger Masse,* Ausgabe vom 30. 12. 66, p. 4 f., Aug. 68, p. 3 f.
35 Ch. Schmelzer, private Mitteilung.
36 Ch. Schmelzer, *Memorandum ...*, p. 1.
37 Ch. Schmelzer, D. Böhne, *UNILAC – Ein Linearbeschleuniger für Atomionen beliebiger Masse,* Heidelberg 1968 (unveröff.), p. 5.
38 Siehe Kapitel II.6.1. – Schmelzer war Mitglied des AK II/1.
39 AK II/3 »Kernphysik« der DAtK, *Memorandum zur Errichtung weiterer Niederenergie-Beschleuniger in der Bundesrepublik Deutschland,* Bonn 1965 (unveröffentlicht).
40 *UNILAC-Bericht* Nr. 3-67, Heidelberg 1967 (unveröffentlicht).
41 Ch. Schmelzer et al., *UNILAC – Ein Linearbeschleuniger für Atomionen beliebiger Masse,* Heidelberg 1966 (unveröff.), p. 11. – MURA = Midwest Universities Research Association.
42 Vgl. verschiedene UNILAC- und GSI-Berichte (unveröffentlicht).
43 Ch. Schmelzer, *Über den gegenwärtigen Stand und die Ziele der Heidelberger Studien zur Beschleunigung sehr schwerer Ionen,* Heidelberg, 17. 4. 66 (unveröffentlicht).
44 Siehe Kapitel II.6.2.2.
45 Vgl. hierzu Kapitel III.1.3.
46 Siehe Kapitel IV.3 ff. und IV.4.
47 Hierzu und zum Folgenden siehe ausführlich Kapitel IV.5 f.
48 Das charakteristische Merkmal des UNILAC ist, daß im Anfangsteil vor den Einzelresonatoren (siehe Anhang 29) das »Geschwindigkeitsprofil« ein für allemal für alle Ionen festliegt; entsprechend einer für alle Ionenmassen gleichen Energie pro Nukleon.
49 Ch. Schmelzer, D. Böhne, *Heavy Ion Linear Accelerators,* chapter D von P. Lapostolle and A. Septier (eds.), *Linear Accelerators,* Amsterdam 1970; K. Blasche et al., *UNILAC, a variable energy heavy ion linear accelerator.* In: *Schwerionenkonferenz V,* p. 518; verschiedene Memoranden sowie UNILAC- und GSI-Berichte, insbesondere: R. W. Müller, *Das UNILAC-Projekt,* Darmstadt 1972 (*GSI-Bericht* 72-9); M. Blann, *Heavy ion accelerators of the future.* In: *Nucl. Instr. Meth.* 97 (1971) 1.
50 Zu den geplanten kern- und atomphysikalischen Experimenten siehe: GSI (Hrsg.), *Überlegungen zum experimentellen Forschungsprogramm 1972-1974,* Darmstadt 1972 (*GSI-Bericht* 72-4, unveröffentlicht). Eine tabellarische Übersicht findet sich in Anhang 34.
51 W. Walkinshaw and K. Wyllie, *Math. Memo.* 57 (1948). Zitiert nach Klein, a.a.O.
52 K. Johnsen, H. Dahl and Chr. Michelsens, *Inst. Beretn.* 14 (1951). Zitiert nach Klein, a.a.O.
53 H. Dänzer, *Interner Bericht des Instituts für Angewandte Physik der Universität Frankfurt,* 1955. Zitiert nach Klein, a.a.O.
54 H. Klein, *Habilitationsschrift,* Frankfurt 1968 (unveröffentlicht).

55 K. Johnsen, Chr. Michelsens, *Inst. Beretn.* 16 (1954); K. Johnsen, *CERN-PS/KS 27* (1954). Zitiert nach Klein, a.a.O.

56 D. R. Chick et al., *Nature* 180 (1957) 432; *IEE* (1961) 424. Zitiert nach Klein, a.a.O.

57 R. Servranckx, *Bull. Acad. Roy. Belg. Sci.* 40 (1954) 167, *41* (1955) 474; G. Dome, R. Servranckx, *L'Onde Electrique 37* (1957) 880. Zitiert nach Klein, a.a.O.

58 H. Klein, *Habilitationsschrift*, a.a.O.

59 An dessen Errichtung wirkte Schmelzer als stellvertretender Projektleiter mit; vgl. p. 149.

60 Cf. Ch. Schmelzer, *Memorandum zur Strukturwahl des Schwerionenbeschleunigers*, 13. 7. 70 (unveröffentlicht).

61 Wir benutzen zur Bezeichnung dieses Instituts den Kürzel IAPF.

62 B. W. Montague, *CERN*, ISR-300/LI/67-57 (1967), ISR-300 LIN/67-34. Zitiert nach Klein, a.a.O.

63 Vgl. H. Dänzer, H. Herminghaus und H. Klein, *Z. Naturforschung 21a* (1966) 1761.

64 W. Müller und J. Rembser, *Nucl. Instr. Meth. 4* (1959) 202.

65 Vgl. die Angaben in: H. Klein, *Habilitationsschrift*, a.a.O.

66 Vgl. Kapitel II.4.3.1 f.

67 H. Klein, *Ein mit Elektronen betriebener Wendellinearbeschleuniger als Modell eines Protonenbeschleunigers*, Frankfurt 1961; *Z. Ang. Phys. 18* (1964) 143.

68 H. Klein et al., *Schwerionenkonferenz V*, p. 540 ff.

69 H. Dänzer, H. Herminghaus und H. Klein, *Über die Wirkungsweise und den Aufbau von Protonen-Wendellinearbeschleunigern mit variabler Endenergie*. In: *Z. Naturforschung 21a* (1966) 1761.

70 *Proc. Conf. Isochr. Cycl.*, Gatlinburg 1966; vgl. auch Kapitel III.3.2.3 und Anhang 23 sowie Kapitel IV.2.4.

71 Immerhin war das von Dänzer, Klein et al. entworfene Konzept bereits 1965 so ausgereift, daß man Kostenvoranschläge für einen Bau durch die Industrie einholte. (Vgl. Klein, *Vorschlag* . . ., a.a.O.)

72 H. Klein, *Vorschlag zum Bau eines Schwerst-Ionen-Beschleunigers mit variabler Endenergie in Form eines Wendellinearbeschleunigers*, IAPF, 14. 11. 65 (unveröffentlichtes Manuskript).

73 HELAC = HElix Linear ACcelerator.

74 Siehe Kapitel IV.3 f.

75 Siehe Kapitel II.4.3.1.

76 Vgl. H. Klein, *Habilitationsschrift*, a.a.O., p. 147.

77 Siehe p. 151 f.

78 Die mit dem HELAC verbundenen technologischen Probleme wurden teilweise in Zusammenarbeit mit der AEG gelöst. (H. Klein, private Mitteilung; H. Thimmel, Reinhart (Fachgebiet Beschleuniger der AEG), private Mitteilung).

79 H. Dänzer, H. Klein, *Der Wendellinearbeschleuniger für schwere Ionen*, IAPF, 9. 10. 68 (unveröffentlichter Bericht für die am 10. 10. 68 in Frankfurt abgehaltene Sitzung des vom AK II/1 eingesetzten ad hoc – Ausschusses »Schwerionenbeschleuniger«).

80 Im Hinblick auf die Analyse wissenschaftspolitischer Prozesse ist es interessant, daß für diesen ersten Bericht Prof. Dänzer – Direktor des IAPF – neben

Klein als verantwortlich zeichnete, während die anderen Mitglieder der HELAC-Gruppe nicht genannt wurden. Zwar hatte Dänzer den Anstoß zur Wendelentwicklung im IAPF gegeben und insbesondere zu den frühen Grundsatzuntersuchungen wichtige Beiträge geliefert, doch dürfte sein unmittelbarer Anteil an der Entwicklung des HELAC-Konzepts geringer gewesen sein als der anderer, im Bericht nicht genannter Mitglieder der HELAC-Gruppe.

Die Wissenschaftspolitik lief in der BRD immer über eine kleine Elite von institutionell über die wissenschaftlichen Produktionsmittel Verfügenden; Rechte und Verantwortlichkeiten, waren nur bei den Spitzen einer Hierarchie konzentriert. (Vgl. hierzu Kapitel V.2.1) Daher war es offenbar unumgänglich, daß gegenüber dem zentralen atompolitischen Lenkungsapparat Dänzer als Institutsdirektor als verantwortlich für den HELAC auftrat. Klein – seinerzeit noch nicht einmal habilitiert – galt offenbar nicht als Wissenschaftspolitik-fähig. Unsere Schlußfolgerung, daß die von Dänzer wahrgenommene wissenschaftspolitische Außenvertretung des HELAC vor allem durch die hierarchische Struktur der Wissenschaftspolitik bedingt ist, wird auch dadurch gestützt, daß in der innerwissenschaftlichen Kommunikation über den HELAC Dänzer nicht als Ko-Autor auftaucht: Der von der HELAC-Gruppe auf der Heidelberger Schwerionenkonferenz 1969 vorgelegte Bericht nennt als Autoren lediglich: H. Klein, P. Junior, J. Klabunde, O. Siart, H. Deitinghoff, P. Finke und A. Schempp (vgl. *Schwerionenkonferenz V*, p. 540 ff.).

81 H. Klein, *Die Beschleunigung schwerer Ionen mit der Wendelstruktur, Habilitationsschrift*, Frankfurt 1968 (unveröffentlicht).

82 H. Klein et al., *HELAC – The Helix Linear Accelerator For Heavy Ions.* In: *Schwerionenkonferenz V*, p. 540 ff.

83 Vgl. M. Blann, *Heavy Ion Accelerators of the Future.* In: *Nucl. Instr. Meth. 97* (1971) 1, insbesondere p. 8 f.

84 Vgl. Ch. Schmelzer, *Memorandum zur Strukturwahl des Schwerionenbeschleunigers*, 13. 7. 70 (unveröffentlicht); – siehe auch Kapitel IV.5 f.

85 Siehe p. 243 ff.

86 H. Klein et al., *TALIX*, GSI Darmstadt, Februar 1971 (unveröffentlicht); H. Klein et al., *Nucl. Instr. Meth. 97* (1971) 41; H. Klein et al., *Tandem-Wendelbeschleuniger-Kombination für Pulsbetrieb*, Frankfurt, Juli 1972 (unveröffentlicht).

87 Siehe p. 246 ff.

88 GfK (Hrsg.), *Zur Erstellung eines Schwerionenbeschleunigers im Kernforschungszentrum Karlsruhe*, Karlsruhe 1968, p. 3-25 (unveröff.).

89 G. Hortig, *Z. Phys. 176* (1963) 115.

90 Siehe Kapitel III.2.2.2.

91 N. O. Lassen, *Kgl. Danske Videnskab. Selskab, Math. fys. Medd. 25* No. 11 (1949).

92 Siehe Kapitel III.2.2.2.

93 Solche Messungen wurden erst mit dem Tandembeschleuniger möglich und daher erstmalig in größerem Umfang in Chalk River durchgeführt. – Vgl. A. E. Litherland et al., *Bull. Am. Phys. Soc. 8* (1963) 75.

94 G. Hortig, *Z. Phys. 176* (1963) 115.

95 H. D. Betz et al., *Phys. Lett. 22* (1966) 643.

96 G. Hortig, *Nucl. Instr. Meth. 45* (1966) 347; ders., *Z. Phys.* 192 (1966) 257.

97 Deutsche Physikalische Gesellschaft.

98 Siehe Kapitel II.6.2.1 und II.6.2.2.
99 E. Rössle, Th. Schmidt, Antrag an das BMwF vom 14. 12. 66.
100 Rössle, Schmidt, a.a.O.
101 A.a.O.
102 G. Hortig, *Schwerionenkonferenz V*, p. 568.
103 E. Rössle, private Mitteilung.
104 Unter den Experten ist die prinzipielle Realisierbarkeit des Pendelbeschleunigers umstritten.
105 Siehe Kapitel III.2.2.3.
106 Vgl. *Cyclotrons* 1972, *AIP Conference Proceedings No. 9.*
107 Siehe p. 66.
108 AEG (Hrsg.), *AEG – 10 Jahre* . . ., a.a.O., p. 41.
109 A.a.O.
110 A.a.O.
111 AEG (Hrsg.), a.a.O., p. 42.
112 A.a.O., p. 42 ff., p. 47, p. 51; *Proc. Conf. Isochr. Cycl.*, Gatlinburg 1966; *TfAt* 1968, p. 38, p. 84.
113 f: feste, v: variable Endenergie.
114 i: interner, e: externer Strahl.
115 Umbau des vorhandenen Synchro-Zyklotrons.
116 H. Thimmel, Reinhart, (Fachgebiet Beschleuniger der AEG), private Mitteilung.
117 Zur Frage des dabei angefallenen »spin off« für die »gewöhnliche« Industrie siehe Anm. 293.
118 AEG (Hrsg.), *AEG – 10 Jahre* . . ., a.a.O., p. 44 f.
119 ETH = Eidgenössische Technische Hochschule.
120 H. Thimmel, Reinhart, private Mitteilung.
121 Siehe p. 167.
122 *KAH I*, p. 51.
123 HMI = Hahn-Meitner Institut für Kernforschung GmbH.
124 HMI – B 103, Januar 1971 (unveröffentlichter Bericht).
125 Gutachten der Kommission zur künftigen Aufgabenstellung des HMI Berlin GmbH, März 1972 (unveröffentlicht).
126 VICKSI = *V*an de Graaff – *I*sochron – *C*yclotron – *K*ombination für *S*chwere *I*onen; – vgl. HMI – B 118, Januar 1972 (unveröffentlichter Bericht).
127 H. Thimmel, Reinhart, (Fachgebiet Beschleuniger der AEG), private Mitteilung.
128 Ebenda.
129 W. J. Lorenz et al., *Atompraxis 13* (1967) 6, 521; AEG (Hrsg.), *Kernenergieanlagen, Kompakt-Zyklotron*, o. J., o. O.
130 H. Thimmel, Reinhart, private Mitteilung.
131 KAH = Kernphysikalische Arbeitsgemeinschaft Hessen.
133 Institut für Kernphysik der Universität Frankfurt.
134 Siehe Kapitel II.6.2.3.
135 Siehe Kapitel III.1.3.
136 Siehe Kapitel II.6.2.2.
137 Siehe Kapitel II.6.2.1. und II.6.2.2.
138 Siehe Anhang 23.
140 Siehe Anhang 23.

141 Siehe Kapitel IV.3.2.1.

142 A.a.O.

143 Dieser sicherlich unbezweifelbare Sachverhalt ist ein klarer Hinweis darauf, daß innerhalb der physics community eigene und eigentümliche »Vergesellschaftungstendenzen« aufgrund wissenschaftlichen Fortschritts aus den sachlichen Gegebenheiten und Notwendigkeiten wissenschaftlichen Arbeitens selbst entstehen. Es handelt sich hierbei um Vergesellschaftungstendenzen, die nicht ursächlich aus den im kapitalistischen Akkumulationsprozeß entstehenden Vergesellschaftungstendenzen produktiver Arbeit hervorkommen; sie können u. U. sogar zu letzteren in Widerspruch geraten. – Näheres siehe Kapitel V.1 ff.

144 Es beweist Schopper's taktisches Geschick, daß er in diesem Zusammenhang die 1957 zur gemeinsamen Nutzung des Forschungsreaktors des IKF gegründete »Arbeitsgemeinschaft Kernphysik« der hessischen Hochschulen erwähnt, deren »Wirksamkeit [...] allerdings eingeschränkt (blieb) durch die begrenzten Arbeitsmöglichkeiten an diesem Reaktor und seine als Organisationsform ungünstige Zugehörigkeit zu *einer* Universität« (Schopper, Entwurf zu »Grundsätzliche Überlegungen«). Naheliegende Abhilfe also: Erweiterte Arbeitsmöglichkeiten und Kooperation mehrerer Universitäten!

145 E. Schopper, *Entwurf zu einem Memorandum*, ca. 11. 11. 66 (sinngemäße Wiedergabe, kein wörtliches Zitat!).

146 In von Schopper über diese Sitzung angefertigten Notizen wird die Gruppe als n. e. V. (= nicht eingetragener Verein) bezeichnet. Es scheint unter Physikern Tendenzen zu einem ironischen Verhältnis gegenüber den bei Projektinitiativen unerläßlichen Institutionalisierungen zu geben: »Zur Initiierung eines Großforschungsprojekts braucht man immer eine ›Firma‹.« (Walcher, aufgrund seiner Erfahrungen bei der Initiierung von DESY; – private Mitteilung an den Verfasser).

147 Scherzhaft-treffende Charakterisierung Schopper's (private Mitteilung).

148 Brix verfügte offenbar über besonders gute Beziehungen zum hessischen Kultusminister Ernst Schütte (SPD).

149 Arbeitsgemeinschaft Hessischer Kernphysiker, *Memorandum zur Errichtung eines gemeinsamen Ausbildungszentrums für Kernphysik der Hessischen Hochschulen Darmstadt, Frankfurt und Marburg*, Frankfurt 1966 (unveröffentlicht). – Wir zitieren dieses Memorandum als »KAH I«.

150 Lt. *Der Spiegel* 23/1969, p. 160 »eine Art graue Eminenz der bundesdeutschen Forschungspolitik«. – Winnacker war in den Jahren 1955-1970 die beherrschende Gestalt der BRD-Atompolitik; er war in zahlreichen einflußreichen Funktionen tätig.

151 Siehe p. 171 f.

152 *KAH I*, p. 1.

153 A.a.O., p. 2.

154 A.a.O.

155 A.a.O.

156 *KAH I*, p. 2.

157 *KAH I*, p. 3.

158 Seit etwa 1963 wird in den USA die Errichtung größerer Grundlagenforschungsstätten zunehmend unter dem Gesichtspunkt ihrer katalytischen Wirkung für die industrielle Entwicklung der ganzen Region diskutiert. (Vgl.

D. Fleming, *The Big Money and High Politics of Science*, in: *Atlantic Monthly;* August 1965, p. 42; – zitiert nach P. Weingart, *Die amerikanische* usw., a.a.O., p. 164, Ref. 53. – Siehe auch Weingart, a.a.O., p. 163 ff.).
159 AEG, Farbwerke Hoechst, Metallgesellschaft, Nukem, Hartmann & Braun, Heraeus, Battelle u. a.
160 *KAH I*, p. 3.
161 *KAH I*, p. 4.
162 Lawrence Radiation Laboratory (ed.), *The Omnitron, a multipurpose accelerator*, report to the USAEC, Berkeley 1966 (UCRL – 16828). – Siehe auch p. 128.
163 *KAH I*, Anlage I, p. 1 f.
164 Dabei verweist er neben den Resultaten der Berkeley-Gruppe und anderer auf erste Ergebnisse über magische Zahlen jenseits der bekannten Kerne, die von zwei seiner damaligen Diplomanden, U. Mosel und B. Fink, unter Anwendung des Nilsson-Modells errechnet worden sind. Auch dies – die kurzfristige Erarbeitung eigener Vorhersagen – unterstreicht Greiner's starkes Engagement für die Schwerionen-Kernphysik.
165 Vgl. K. Scheer, U. Schmidt-Rohr, *Beschleuniger von wenigen 100 MeV für Medizin und Kernphysik*, Heidelberg 1973 (unveröffentlichtes Memorandum).
166 Dementsprechend zeigte sich Schopper enttäuscht. Er hatte von einer Kernphysik bei höheren Energien viel qualitativ Neues und Interessantes erwartet (Überwindung einer Art Schallmauer der Kernphysik oberhalb der Pionenschwelle). (Private Mitteilung an den Verfasser).
167 Offenbar favorisierte die KAH bereits die Schwerionen-Kernphysik gegenüber der Kernphysik mit leichten Teilchen bei höheren Energien.
168 Brief des Wissenschaftsrats-Vorsitzenden Leussink an die »Magnifizenzen und Kollegen« aller westdeutschen Hochschulen, 1965.
169 Zum Problem der Ausbildung durch Frontforschung siehe Kapitel V.2.4.
170 Daneben dürfte eine parteipolitisch motivierte Verzögerungstaktik des BMwF eine Rolle gespielt haben; vgl. p. 200.
171 Siehe Kapitel IV.3.4.
172 Siehe p. 172 f.
173 Siehe Anhang 2; W. Cartellieri et al. (Hrsg.), *TfAt* 1968, p. 513.
174 Auf der Sitzung des AK II/1 wurden u. a. die Vorbereitung des *3. AtP* und die Haushaltslage diskutiert; weiterhin wurden mehr als 40 Förderungsanträge aus der westdeutschen nuclear physics community behandelt, wobei über die Verteilung von Mitteln in Höhe von über 12 Mio. DM entschieden wurde. – An der Sitzung nahmen zahlreiche teilweise höhere Beamte des BMwF teil, u. a. der Staatssekretär Dr. von Heppe.
175 AK II/1 »Physik«, 48. Sitzung, 9. 1. 67.
176 A.a.O.
177 *TfAt* 1968, p. 513.
178 Die gesamten Bundesausgaben für die Atompolitik wurden von 1963 bis 1967 jährlich um durchschnittlich 20% gesteigert (entsprechend einer Verdopplung während dieser Zeit); von 1967 auf 1968 stiegen sie nur noch um weniger als 7%, um anschließend wieder mit Raten von über 20% anzusteigen (vgl. Anhang 11).
179 Vgl. p. 199 f.

180 In einem am 30. 12. 66 vorgelegten Memorandum *UNILAC – Ein Beschleuniger für Atomionen beliebiger Masse* gab Schmelzer eine Kostenschätzung für die Errichtung des UNILAC, wobei er davon ausging, daß diese in unmittelbarer Nähe des Heidelberger MPI für Kernphysik erfolgen solle.
181 AK II/1 »Physik«, 51. Sitzung, 4. 10. 67.
182 A.a.O.
183 AK II/2 »Chemie«, 40. Sitzung, 20. 11. 67. – Zu den Mitgliedern des AK II/2 siehe Anm. 309.
184 AK II/2 »Chemie«, 40. Sitzung, 20. 11. 67.
185 AK II/2 »Chemie«, 40. Sitzung, 20. 11. 67.
186 Siehe Kapitel II.7.1.
187 *3. AtP*, a.a.O., p. 12.
188 Siehe Kapitel IV.3.3.1.
189 Brix spielt hier auf die bevorstehende Verabschiedung des *3. AtP* an.
190 Der »Hessische Forschungsrat« war ein von der Landesregierung gebildeter Gesprächskreis, dem vornehmlich Universitätswissenschaftler, aber auch Industrievertreter angehörten (u. a. Winnacker (Hoechst), Leitz (Wetzlar)). Er beschäftigte sich mit allgemeinen Strukturfragen des Wissenschafts- und Bildungswesens, nicht aber mit konkreten Förderungsentscheidungen.
191 W. Walcher, private Mitteilung: »Schütte's Herz schlug mehr für das allgemeine Schulwesen als für größere Forschungsprojekte.«
192 Zu Entstehung, Zusammensetzung und Tätigkeit von Wissenschaftsrat und DFG vergleiche: J. Hirsch, *Wissenschaftlich-technischer ...*, a.a.O., p. 142 ff., p. 152 ff. (sowie dort angegebene Referenzen); Stifterverband (Hrsg.), *Vademecum deutscher Lehr- und Forschungsstätten*, 5. Auflage, Essen 1968, a.a.O.; BMwF (Hrsg.), *Bundesbericht Forschung III*, p. 58; V. v. Massow, *Organisation der Wissenschaft und der Wissenschaftsförderung in der BRD*, Frankfurt und Bonn 1968, p. 49 ff.
193 Fragebogenaktion des Wissenschaftsrates, Juli 1964; Brief des Wissenschaftsrats-Vorsitzenden Leussink an »Magnifizenzen und Kollegen«, 1965.
194 *Empfehlungen des Wissenschaftsrates zum Ausbau der wissenschaftlichen Hochschulen bis 1970*, o. O. 1967, p. 128 ff.
195 Der Sonderforschungsbereich »Festkörper-Spektroskopie« (Darmstadt – Frankfurt) ist 1969 von Wissenschaftsrat und DFG zur Finanzierung freigegeben worden. – Vgl. *Frankfurter Rundschau*, 16. 7. 70.
196 Brief des Rektors der Universität Frankfurt an den Generalsekretär des Wissenschaftsrates vom 16. 11. 67.
197 A.a.O.
198 *Bundesbericht Forschung III*, a.a.O., p. 58.
199 Brief des Rektors der Universität Frankfurt an den Generalsekretär des Wissenschaftsrates vom 16. 11. 67.
200 Vgl. *Frankfurter Rundschau*, 16. 7. 70.
201 Die folgende Darstellung stützt sich auf Sitzungsunterlagen der KAH, wobei wir uns eng an die dort verwendeten Begriffe und Argumente anlehnen.
202 Brief von Hanle an Schopper, vom 2. 12. 66.
203 Brief von Hanle an Schopper, vom 2. 1. 67; vgl. auch p. 168.
204 Lieser und Herrmann gehörten dem AK II/2 »Chemie« an; vgl. p. 183. Zu den Mitgliedern des AK II/2 siehe Anm. 309.
205 Brief von Lieser an Schopper, vom 16. 2. 67.

206 Siehe p. 182.
207 Brief von Schopper an Schmelzer, Januar 1967.
208 Brief von Schmelzer an die KAH, vom 10. 3. 67.
209 Vgl. auch die Stellungnahme des BMwF zum KAH-Projekt vom 21. 3. 67, p. 182 f.
210 Brief von Schmelzer an die KAH, vom 10. 3. 67.
211 Vgl. p. 183.
212 Vgl. die Memoranden *KAH I* (Kap. IV.3.2.1) und *KAH II* (IV.5.1, insbesondere Anm. 289).
213 K. Rudzinski, *Neuland der Kernphysik: Superschwere Atomkerne, FAZ* vom 22. 3. 67.
214 Rudzinski, a.a.O.
215 Vgl. *KAH I.*
216 W. Scheid, R. Ligensa und W. Greiner, *Phys. Rev. Lett. 21 (1968) 1479 (eingegangen am 4. 9. 68); U. Mosel und W. Greiner, Z. Phys. 217* (1968) 256; dieselben, *Z. Phys.* 222 (1968) 261.
217 Siehe p. 167.
218 Schopper, private Mitteilung.
219 Schopper verfügte bereits seit längerem über gute Verbindungen zu Winnacker. Der Forschungsreaktor des IKF war eine Stiftung der Farbwerke Hoechst aus dem Jahre 1957.
220 Gesellschaft für Kernforschung mbH, Karlsruhe.
221 *TfAt* 1968, p. 543.
222 »Das wissenschaftliche Leben des Kernforschungszentrums wird von seinem Wissenschaftlichen Rat geprägt. Er berät die Geschäftsführung und den Aufsichtsrat in allen wissenschaftlichen und grundsätzlichen technischen Fragen [...]« (*Atom-Reaktoren ...*, Situation 1965/66, a.a.O., p. 65). – 1968 gehörten dem Wissenschaftlichen Rat 18 Mitglieder an, darunter die 15 Direktoren der verschiedenen Institute des KFZK. (Vgl. *TfAt* 1968, p. 542 f.).
223 *TfAt* 1968, p. 545.
224 Vgl. p. 88.
225 P. Armbruster, private Mitteilung.
226 A.a.O.
227 Schwerionen-Kernreaktionen beinhalten zum Teil dieselben Vorgänge, wie sie bei der Kernspaltung auftreten, nur in zeitlich umgekehrter Reihenfolge: Denkt man sich eine Kernspaltung gefilmt und läßt den Film rückwärts ablaufen, so entspricht der entstehende Vorgang einer speziellen Schwerionenreaktion. Aufgrund dieser Zusammenhänge können Untersuchungen auf dem Gebiet der Schwerionen-Kernphysik Erkenntnisse über Kernspaltung vermitteln und umgekehrt. Ein weiterer Zusammenhang beider Gebiete ist dadurch gegeben, daß man mit Hilfe von Schwerionen in flexibler Weise spaltbare Kerne erzeugen, also gezielt Informationen über Kernspaltung gewinnen kann.
228 P. Armbruster, private Mitteilung.
229 Nicht zu verwechseln mit Prof. Dr. *E.* Schopper, dem Direktor des IKF.
230 *TfAt* 1968, p. 543.
231 Vgl. Anhang 8.
232 K. H. Beckurts, *Zur Frage der Errichtung eines Schwerionen- Beschleunigers im Kernforschungszentrum Karlsruhe,* Karlsruhe, 26. 9. 67 (unveröffentlicht).

233 A.a.O.
234 A.a.O.
235 Beckurts, a.a.O.
236 A.a.O.
237 Eine Übersicht über verschiedene für das Schwerionenprojekt abgegebene Kostenschätzungen gibt Anhang 30.
238 Forschungsreaktor 2; vgl. p. 69.
239 Beckurts, a.a.O.
240 Institute für Angewandte Kernphysik, Experimentelle Kernphysik, Heiße Chemie, Radiochemie.
241 Beckurts, a.a.O.
242 A.a.O.
243 A.a.O.
244 A.a.O.
245 P. Armbruster, private Mitteilung.
246 P. Armbruster, private Mitteilung.
247 Vgl. p. 88 u. p. 91; *TfAt* 1968, p. 16; K. Rudzinski, *Zu ehrgeizige Großbeschleuniger-Projekte?* In: *FAZ*, 23. 4. 69.
248 Ihr gehörten an der Jurist Dr. R. Greifeld und der Chemiker Dr. W. Schnurr (vgl. *TfAt* 1968, p. 542; *Der Spiegel* 23/1969, p. 160).
249 Ein weiteres Indiz dafür, daß das Interesse am Schwerionenbeschleuniger auch bei den unmittelbar betroffenen Instituten des KFZK nicht so groß war, ist die Tatsache, daß Prof. Baumgärtner – Direktor des von Beckurts genannten Instituts für Heiße Chemie, Mitglied des AK II/2 und dessen Arbeitsgruppe »Schwerionenbeschleuniger« – nicht an der Studiengruppe teilnahm.
250 Leiter des Zyklotronlaboratoriums des KFZK (vgl. *TfAt* 1968, p. 543).
251 P. Armbruster, private Mitteilung.
252 P. Armbruster, private Mitteilung.
253 Ebenda.
254 GfK (Hrsg.), *Zur Erstellung eines Schwerionenbeschleunigers im Kernforschungszentrum Karlsruhe*, August 1968 (von der Studiengruppe Schwerionenbeschleuniger ausgearbeitetes Memorandum, unveröffentlicht).
255 A.a.O.; P. Armbruster, private Mitteilung.
256 P. Armbruster, private Mitteilung.
257 Hier ist insbesondere D. Böhne zu nennen, promovierter Dipl.-Ing. und maßgeblicher Mitarbeiter Schmelzers.
258 Vgl. *TfAt* 1968, p. 28 f.
259 A.a.O.
260 Mitteilung an den Verfasser aus drei unabhängigen Quellen (an maßgeblicher Stelle in Kernforschungspolitik und GSI-Entstehung engagierte Wissenschaftler).
261 Hier soll sich besonders Ministerialdirigent Straimer, seinerzeit Leiter der Unterabteilung III A »Forschung und Strahlenschutz« hervorgetan haben, ein – wie der Verfasser aus vertrauenswürdiger Quelle erfuhr – »strammer CSU- und anti-SPD-Mann«.
262 *Der Spiegel*, 23/1969, p. 158.
263 A.a.O.
264 Zur Zeit der Gründung des KFZK, im Juli 1956, war F. J. Strauß (CSU) Atomminister.

265 Vgl. *TfAt* 1968, p. 542; *Atom-Reaktoren . . ., Situation 1965/66*, a.a.O., p. 65.

266 Darunter die baden-württembergischen Minister für Wirtschaft (Schwarz, CDU) und Kultus (Hahn, CDU).

267 Darunter der ehemalige BMwF-Staatssekretär Cartellieri und der Leiter der Abteilung III »Kernforschung« des BMwF, Ministerialdirektor Pretsch.

268 Natürlich saß auch – wie könnte es anders sein! – Winnacker im Aufsichtsrat des KFZK.
Die weiteren Mitglieder 1967/68 waren (vgl. *TfAt* 1968; *Atom Reaktoren . . .*, a.a.O.): Bousset (Vorstandsmitglied bei Siemens), Grund (Staatssekretär im Bundesfinanzministerium unter Minister Strauß), Leussink (Vorsitzender des Wissenschaftsrates), Loderer (DGB-Landesvorsitzender von Baden- Württemberg), Slemeyer (Ministerialrat, Leiter des Referats I A 2 »Bundesbeteiligungen in der Kernforschung« des BMwF), Schuster (Ministerialdirigent, Leiter der Unterabteilung III B »Kerntechnische Entwicklung« des BMwF).

269 GfK (Hrsg.), *Zur Erstellung . . .*, a.a.O.

270 Ch. Schmelzer, *Gesichtspunkte zum Betrieb des Schwerionenbeschleunigers UNILAC*, Heidelberg, 7. 8. 68 (unveröffentlicht).

271 GfK (Hrsg.), *Zur Erstellung . . .*, a.a.O.

272 Vgl. hierzu p. 178.

273 GfK (Hrsg.), *Zur Erstellung . . .*, a.a.O.

274 A.a.O.

275 GfK (Hrsg.), *Zur Erstellung . . .*, a.a.O.

276 A.a.O.

277 Ch. Schmelzer und D. Böhne, *UNILAC. Ein Linearbeschleuniger für Atomionen beliebiger Masse*, Heidelberg, August 1968, UNILAC-Bericht 3-68 (unveröffentlichte Neufassung eines Berichtes vom 30. 12. 66). – Die in diesem Bericht gemachten Kostenschätzungen gehen von der Annahme aus, daß der UNILAC an ein bestehendes Forschungszentrum angegliedert wird.

278 GfK (Hrsg.), *Zur Erstellung . . .*, a.a.O.

279 A.a.O.

280 Ch. Schmelzer, *Gesichtspunkte . . .*, a.a.O.

281 Zu den Gründen für Schmelzers Präferenz für Karlsruhe gegenüber der KAH vergleiche Kapitel IV.3.4.1.

282 Diese wurde später als »Lenkungsausschuß« der KAH bezeichnet; vgl. p. 237.

283 Siehe p. 193.

284 Jetziger Standort der GSI.

285 E. Schopper, private Mitteilung.

286 Kernphysikalische Arbeitsgemeinschaft Hessen, *Memorandum zur Errichtung des Schwerionenbeschleunigers »UNILAC« im Land Hessen*, Juli 1968. – Wir zitieren dies Memorandum als *KAH II*.

287 *KAH II*, a.a.O.

288 Vgl. p. 171 ff.

289 Zwar ist der Titel des Memorandum *KAH II* sehr suggestiv. Doch vermeidet die KAH im Text sorgfältig jede Formulierung, die eine Festlegung auf den UNILAC als zu errichtenden Schwerionenbeschleuniger bedeuten würde. Vielmehr hebt das Memorandum hervor, daß »bei H. Dänzer in Frankfurt [. . .] mehrjährige Forschungsarbeiten am Prinzip des Wendellinearbeschleunigers zu einer aussichtsreichen fertigungsnahen Entwicklung geführt« haben, die

»die konstruktiven Möglichkeiten für einen Schwerionenbeschleuniger [...] in vielversprechender Weise erweitert«.

290 *KAH II*, a.a.O.

291 A.a.O.

292 *KAH II*, a.a.O.

293 Die Auffassungen zu der Frage des »spin-off« sind sehr widersprüchlich. Nach Angaben der Firma AEG-Telefunken, Fachbereich Kernreaktoren, Fachgebiet Beschleuniger, mußte AEG-Telefunken bei der Entwicklung von Isochron-Zyklotronen – dieser Beschleunigertyp stand auch im Mittelpunkt der Entwicklungsanstrengungen von Philips – »in hohem Maße neue Bereiche technischen know how's [...] erschließen [...] Bei fast allen Schwierigkeiten handelte es sich um spezifische Probleme, deren Lösung bezüglich ihrer Anwendbarkeit auf die »gewöhnliche« Industrie kaum von Bedeutung war.« (Dr. Thimmel, Reinhart, private Mitteilung an den Verfasser) – Siehe auch p. 162 f.

296 Vgl. dazu die entsprechende frühere Argumentation Schoppers, p. 171.

297 *KAH II*, a.a.O.

298 A.a.O.

299 A.a.O.

300 Siehe Kapitel IV.5.2.

301 Siehe p. 199.

301a Brief von Walcher an Stoltenberg v. 12. 9. 68.

302 Brief von Schmelzer an Walcher, vom 20. 9. 68.

303 Brief von Brix an die Leiterin der Hochschulabteilung im hessischen Kultusministerium, Ministerialdirigentin von Bila, vom 11. 10. 68.

304 A.a.O.

305 Briefentwurf der KAH an Stoltenberg vom 16. 10. 68 (nicht abgesandt).

306 Briefentwurf der KAH an Stoltenberg vom 16. 10. 68 (nicht abgesandt).

307 A.a.O.

308 Siehe Kapitel IV.5.3.

309 Mitglieder des AK II/2 »Chemie« waren 1968: Prof. Asinger (TH Aachen), Prof. Bartholomé (BASF Ludwigshafen), Prof. Baumgärtner (KFZK), Prof. Born (TH München; Vorsitzender), Dr. Duhm (Bayer AG Wuppertal-Elberfeld), Prof. Gebauhr (Siemens Erlangen), Prof. Herrmann (Universität Mainz), Prof. Hummel (Universität Köln), Prof. Lieser (TH Darmstadt), Dr. Schulte-Frohlinde (KFZK), Prof. Wicke (Universität Münster), Prof. Zahn (TH Aachen; stellvertretender Vorsitzender). (Alle Angaben nach: *TfAt* 1968, p. 518 ff.).

310 Hier treten wieder durch den wissenschaftlichen Fortschritt selbst hervorgebrachte Vergesellschaftungstendenzen wissenschaftlichen Arbeitens zutage; vgl. auch Anm. 143 und V. 1 ff.

311 So bei der KAH, vgl. p. 190, und bei der Studiengruppe Schwerionenbeschleuniger des KFZK.

312 Siehe p. 183.

313 Zur Mitgliederliste des AK II/1 vgl. Anhang 8. Im Unterschied zum AK II/2 »Chemie«, in dem mehrere Industrievertreter saßen, bestand der AK II/1 ausschließlich aus in nicht-kommerziellen Institutionen tätigen Wissenschaftlern (Universitäten, Max Planck-Institute, staatliche Großforschungszentren).

(Vgl. *TfAt* 1968, p. 517 ff.) – Vorsitzender des AK II/1 war Walcher (Marburg), Mitglied der KAH.

314 Siehe Kapitel IV.5 und p. 204 f.

315 Siehe p. 183.

316 Wir benutzen für »ad hoc-Ausschuß »Schwerionenbeschleuniger« die Abkürzung »ahA«.

317 Der Ausschuß »Niederenergie-Kernphysik« war durch am 14. 6. 68 erfolgte Namensänderung aus dem »Beschleuniger-Ausschuß« hervorgegangen. Die Mitgliederliste ist in Anm. 327 angegeben.

318 Möglicherweise wurden Dänzer und Klein auch vom Ausschuß »Niederenergie – Kernphysik« des AK II/1 als Mitglieder des ahA benannt.

319 Siehe Anm. 277.

320 Memorandum *KAH II*, siehe p. 206 ff.

321 Siehe p. 200 ff.

322 Siehe p. 203.

323 Vorgelegt in der Sitzung am 10. 10. 68 in Frankfurt.

324 Siehe p. 158.

325 Vorgelegt in der Sitzung am 10. 10. 68 in Frankfurt.

326 Dabei handelt es sich um von der Stadtbauverwaltung Darmstadt ausgearbeitete Erschließungsunterlagen einschließlich Kosten- und Zeitaufwandsschätzungen.

327 Dem Ausschuß »Niederenergie-Kernphysik« des AK II/1 gehörten an: 4 Mitglieder des AK II/1 (Walcher, Brix, Schmelzer, Schmidt-Rohr) sowie 4 weitere Universitätsprofessoren, nämlich Neuert (Hamburg; Vorsitzender), Lindenberger (Berlin), Mayer-Kuckuk (Bonn) und Meyer-Berkhout (München).

328 ahA = Ad-hoc-Ausschuß »Schwerionenbeschleuniger« des AK II/1.

329 Dieses vermeintliche Lob läßt eher eine Reserve des ahA gegenüber dem HELAC-Projekt erkennen, das von seinen Protagonisten seinerzeit schon für baureif gehalten wurde; vgl. p. 157 f.; Anm. 330 sowie p. 217.

330 Dänzer und Klein hatten für den UNILAC Kosten von 15,5 Mio. DM, für den HELAC dagegen nur 6,7 Mio. DM geschätzt. – Die Feststellung des ahA ist also ein »understatement«, welches auf eine deutliche Reserve des ahA gegenüber dem HELAC-Projekt hindeutet; vgl. hierzu auch Anm. 329.

331 Zu Schmelzers Präferenz für Karlsruhe vgl. p. 192 und p. 203.

332 Es war Teil der »vertrauensvollen Zusammenarbeit« der im AK II/1 sitzenden Wissenschaftler mit dem BMwF (siehe p. 47), daß das BMwF praktisch ausnahmslos den »Empfehlungen« des AK II/1 gefolgt ist (vgl. p. 48). Da im Schwerionenprojekt eine starke Präferenz des BMwF für Karlsruhe erkennbar war (vgl. p. 200), versuchte Brix das BMwF dadurch unter Druck zu setzen, daß er es in einer wissenschaftlichen Öffentlichkeit einem Legitimationszwang aussetzen wollte.

333 H. Dänzer, H. Klein, *Der Wendellinearbeschleuniger für schwere Ionen*, IAPF, 9. 10. 68; siehe auch p. 158.

334 Vgl. hierzu p. 153.

335 *Empfehlung zum Schwerionenbeschleuniger*, verabschiedet vom AK II/1 »Physik« der DAtK und dessen Ausschuß »Niederenergie-Kernphysik« am 29. 10. 68.

336 Vgl. p. 42, II.4.3 ff.

337 *Der Spiegel*, 23/1969, p. 158.

338 Zur Präferenz des BMwF für Karlsruhe vgl. p. 200.
339 Siehe Anm. 261.
340 Von hessischer Seite waren anwesend Ministerialdirigentin Dr. von Bila, Leiterin der Hochschulabteilung des Hessischen Kultusministeriums, und Ministerialrat Zülch vom Hessischen Finanzministerium.
341 Tatsächlich war die Präferenz des BMwF für das KFZK parteipolitisch motiviert; vgl. p. 200.
342 Mehrere in den folgenden Tagen von der KAH abgesandte Telegramme und Briefe waren unterzeichnet von: Brix, Beck, Kankeleit, Lieser (Darmstadt), Dänzer, Greiner, Schopper, *Schütze, Bass* (Frankfurt), Bock, Walcher, Starke, *Brandt* (Marburg). (Nicht-Ordinarien in Kursivschrift)
343 Dies ergibt sich aus Gesprächen des Verfassers mit verschiedenen KAH-Mitgliedern.
344 Vgl. auch p. 217.
345 Balke war derzeit Mitglied des am 20. 11. 67 von Stoltenberg konstituierten »Beratenden Ausschusses für Forschungspolitik«, der insbesondere zur Koordinierung und Schwerpunktsetzung in der Forschungsförderung tätig werden sollte. Auch Heisenberg und Winnacker waren Mitglieder dieses Ausschusses. – Vgl. *Atompraxis 14* (1968) 79.
346 *Darmstädter Echo*, Leitartikel vom 3. 12. 68.
347 *Darmstädter Echo*, Leitartikel vom 6. 12. 68.
348 *Darmstädter Echo*, 10. 12. 68.
349 A.a.O.
350 *Darmstädter Echo*, 3. 12. 68, p. 4.
351 Briefe von von Heppe und Straimer an den Kurator der Universität Frankfurt und an die KAH, vom 10. 12. 68.
352 Brief der KAH an Stoltenberg, vom 10. 12. 68.
353 Brief von Stoltenberg an die KAH, vom 16. 1. 69.
354 W. Walcher (Vorsitzender des AK II/1), private Mitteilung.
355 Vgl. Anhang 30.
356 A.a.O.
357 SILAB = *S*chwer*I*onen-*LAB*oratorium.
358 Von uns zitiert als *KAH III*.
359 Nämlich in den Disziplinen Kernphysik, Kernchemie, Angewandte Physik.
360 Siehe Kapitel IV.3.2.1 und p. 171 f.
361 Siehe p. 206 ff.
362 Für das SILAB war ein Personalbestand von 180 Wissenschaftlern sowie 150 Technikern und Verwaltungsleuten vorgesehen. Die Leitung sollte in Händen eines 5köpfigen Direktoriums liegen (3 Mitglieder des Wissenschaftlichen Stabes, der Technische Leiter und der Verwaltungsleiter). Zur Beratung des Direktoriums hinsichtlich der wissenschaftlichen Nutzung sollte ein Wissenschaftlicher Rat aus für Schwerionenforschung kompetenten Wissenschaftlern geschaffen werden; hinsichtlich Geschäftsführung sowie in wichtigen und finanziellen Fragen sollte ein Verwaltungsrat aus Vertretern des BMwF und des Sitzlandes beraten und u. U. entscheiden. Als Rechtsform des SILAB war eine Stiftung (Bund 90%, Sitzland 10%) ins Auge gefaßt.
363 Siehe Anhang 30.
364 Brief von E. Schopper an Winnacker, vom 13. 3. 69.
365 A.a.O.

366 Brief der KAH an die Mitglieder des AK II/1, des Ausschusses »Niederenergie-Kernphysik« und des ad hoc – Ausschusses »Schwerionenbeschleuniger«, vom 24. 3. 69.

367 Th. von Randow, *Bombardement mit schweren Ionen.* In: *Die Zeit* Nr. 7/1969 vom 14. 2. 69, p. 45; ders., *Wohin mit der großen Maschine?* a.a.O.

368 Abgedruckt in: *Die Zeit* Nr. 9/1969 vom 28. 2. 69.

369 Redakteur des *Deutscher Forschungsdienst* (einem unter Mitwirkung der DFG, des Hochschulverbandes, der Westdeutschen Rektorenkonferenz und des Stifterverbandes herausgegebenen wissenschaftspolitischen Nachrichtendienst) und vielseitig in der Wissenschaftspublizistik tätig.

370 *Deutscher Forschungsdienst,* Heft 13/1969 vom 2. 4. 69.

371 R. Gerwin, *Deutscher Forschungsdienst,* Heft 13/1969 vom 2. 4. 69, p. 64.

372 Brief von Gerwin an Hanle, vom 9. 5. 69.

373 A.a.O.

374 *Ein FAZ-Journalist kämpft gegen das Establishment.* In: *Capital* Heft 2/1969, p. 82 ff.

375 Empirische Belege dafür, daß Rudzinski's Kritik am KFZK zumindest im Kern berechtigt ist und auch innerhalb des KFZK von vielen Wissenschaftlern unterstützt wurde, finden sich in: *Die eiskalten Geschäfte der Karlsruher Professoren.* In: *Capital* 5/1969, p. 58 f.; *Karlsruhe – Murren und Mauscheln.* In: *Der Spiegel,* Heft 23/1969, p. 158 ff.

376 Siehe p. 192.

377 *UNILAC kommt nach Darmstadt – Bundesforschungsminister hat über Standort entschieden.* In: *Darmstädter Echo,* 28. 5. 69; *Für Darmstadt eine große Zukunftschance.* In: *Darmstädter Echo,* 29. 5. 69; *Ionen-Beschleuniger nach Darmstadt – Stoltenberg hat sich entschieden.* In: *Frankfurter Allgemeine Zeitung,* 30. 5. 69.

378 Dieser Ausschuß ist zu Koordinationszwecken auf Beschluß der Bundesregierung vom 1. 4. 65 gebildet worden. Ihm gehören an der Bundeskanzler als Vorsitzender, sowie die Bundesminister des Auswärtigen, des Innern, der Finanzen, für Wirtschaft, für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, für Arbeit und Sozialordnung, der Verteidigung, für Angelegenheiten des Bundesrates und der Länder, für Familie und Jugend, für wissenschaftliche Forschung, für das Gesundheitswesen und der Bundesschatzminister. (Vgl. Stifterverband (Hrsg.), *Vademecum Deutscher Lehr- und Forschungsstätten* 1968, p. XIX.)

379 BMFT, private Mitteilung an den Verfasser vom 19. 7. 73.

380 A.a.O.

381 A.a.O.

382 Zwar ist auch der Super-HILAC in Berkeley (USA) für die Beschleunigung aller Ionen auf Energien von über 8 MeV pro Nukleon ausgelegt, doch wird ihn der UNILAC hinsichtlich Strahlintensität sowie im Hinblick auf Flexibilität und experimentelle Handhabung (automatisierter Betrieb) übertreffen.

383 Siehe hierzu Kapitel IV.6.3.

384 *Atompraxis 15* (1969) 366.

385 *Schwerionenkonferenz V* (Heidelberg 1969), p. 561 ff.

386 *Atompraxis 15* (1969) 366.

387 *Atompraxis 16* (1970) 214; BMBW (Hrsg.), *Jahresbericht 1969,* Bonn 1970, p. 16 f.

388 BMBW (Hrsg.), *Jahresbericht 1969*, Bonn 1970, p. 5.
389 Vgl. p. 225.
390 *Gesellschaftsvertrag*, § 2 Ziff. (1).
391 *Gesellschaftsvertrag*, § 6.
392 *Gesellschaftsvertrag*, § 17 Ziff. (1).
393 *Gesellschaftsvertrag*, § 7 Ziff. (1).
394 *Gesellschaftsvertrag*, § 7 Ziff. (2).
395 *Gesellschaftsvertrag*, § 11 Ziff. (1).
396 *Gesellschaftsvertrag*, § 21 Ziff. (2).
397 *Gesellschaftsvertrag*, § 22 Ziff. (2).
398 *Gesellschaftsvertrag*, § 23 Ziff. (1).
399 A.a.O.
400 Vgl. hierzu den im März 1969 von der KAH vorgelegten Strukturentwurf; Anm. 362.
401 Presseerklärung des BMBW zur *Gründung der Gesellschaft für Schwerionenforschung mbH,* vom 16. 12. 69.
402 A.a.O.
403 Dieser Betrag entspricht der Schätzung des Sesemann-Gutachtens vom Februar 1969 für die Kosten zur Errichtung des Schwerionenbeschleunigers im KFZK; vgl. Anhang 30.
404 Eine detaillierte Übersicht über die Entwicklung des bei GSI beschäftigten Personals gibt Anhang 32.
405 Zu Entstehung und Mitgliedern dieses früher als Ad-hoc-Ausschuß »Schwerionenbeschleuniger« bezeichneten Gremiums vgl. p. 211 f.
406 *Das Laboratorium der GSI in Darmstadt,* Bericht des Ad-hoc-Ausschusses »Schwerionenforschung« vom 1. 3. 70, p. 1–2.
407 A.a.O., p. 1-3.
408 A.a.O., p. 5-1. – Der Bericht des ad hoc – Ausschusses verwies in diesem Zusammenhang auf hinsichtlich der Institutionalisierungsform vergleichbare neuere Projekte in USA, Kanada, der Schweiz und Italien.
409 Näheres zur von GSI initiierten Verbundforschung siehe Kapitel IV.6.3.
410 Ihm gehörten folgende 12 Mitglieder an: Gentner (MPI für Kernphysik Heidelberg – Vorsitzender), Gebauhr (wiss. Berater der Siemens AG – stellv. Vorsitzender), Armbruster (KFA Jülich), Born (TH München), Baumgärtner (KFZK), Kaeding (Industrie Oberhausen), Kienle (TH München), Schulte-Frohlinde (KFZK), Strassmann (Universität Mainz), Weidenmüller (Universität Heidelberg), Wüster (DESY), Lindenberger (HMI Berlin).
411 *Atompraxis 16* (1970) 215.
412 *Atompraxis 16* (1970) 215.
413 Ihm gehörten an: Der Jurist H. O. Schuff und Prof. Schmelzer als Geschäftsführer, sowie die Professoren Brix, Bock und Herrmann. 1971 wurde Brix Direktor am MPI für Kernphysik in Heidelberg; sein Nachfolger im WD der GSI ist Armbruster.
414 Im Laufe des Beschleunigerbaus wurde diese Struktur noch geringfügig modifiziert: Vor und hinter dem Stripper wird jetzt doch je eine Wendelsektion eingebaut (H. Klein, private Mitteilung vom 7. 3. 74).
415 Diese Kommission bestand aus vier Mitgliedern der UNILAC-Gruppe: Schmelzer, Böhne, Blasche und Stadler; vier Mitgliedern der HELAC-Gruppe: Dänzer, Klein, Junior und Klabunde; sowie den Berichterstattern Knop (Universität Bonn) und Wüster (DESY).

416 Vgl. Anhang 29.
417 *Kommissionsbericht zum Schwerionenbeschleuniger,* vom 20. 5. 69.
418 *Kommissionsbericht zum Schwerionenbeschleuniger,* vom 20. 5. 69.
419 *Das Laboratorium der GSI in Darmstadt,* Bericht des Ad-hoc-Ausschusses »Schwerionenforschung« vom 1. 3. 70, p. 3-1.
420 Vgl. hierzu Anhang 21.
421 *Das Laboratorium der GSI in Darmstadt,* a.a.O.
422 Ch. Schmelzer, *Memorandum zur Strukturwahl des Schwerionenbeschleunigers* vom 13. 7. 70, p. 1 f.
423 Ch. Schmelzer, *Memorandum zur Strukturwahl des Schwerionenbeschleunigers* vom 13. 7. 70, p. 15.
424 *GSI-Rundbrief 70/3* vom 10. 8. 70.
425 *GSI-Rundbrief 70/3* vom 10. 8. 70.
426 TALIX = TAndem-heLIX. – Der TALIX sollte Ionen bis zum ^{81}Br bei Strahlströmen von ca. 4×10^{11} Teilchen/sec auf kontinuierlich variable Endenergien von 1,1-5,5 MeV/Nukleon beschleunigen. – Siehe auch Anhang 28.
427 H. Klein et al., *TALIX – Ein kombinierter Tandem-Wendel-Linearbeschleuniger für mittelschwere Ionen,* Februar 1971.
428 Klein et al., *TALIX* ..., p. 3.
429 A.a.O., p. 6.
430 A.a.O., p. 1.
431 Dieser Punkt ist unter den Experten umstritten.
432 Dieses Gremium wurde im Zuge der Reorganisation des Beraterwesens beim BMBW im Herbst 1971 (letzte Sitzung der DAtK am 19. 10. 71) gebildet; ihm gehören an die Professoren Bock (GSI), von Brentano (Universität Köln), Brix (MPI für Kernphysik Heidelberg), Greiner (Universität Frankfurt), Lieser (TH Darmstadt), Lindenberger (HMI Berlin), Mayer-Kuckuk (Universität Bonn), Schmelzer (GSI); sowie die Doktoren Schmidt (IAEA Wien) und Wolf (GfK Karlsruhe). – Vgl. *Beratungsplan 1972* des BMBW, *Beratungsplan 1973* des BMFT.
433 Zum Projekt VICKSI siehe p. 163 f. und Anhang 28.
434 *Frankfurter Allgemeine Zeitung,* vom 15. 11. 72.
435 H. Deitinghoff, H. Klein, M. Kuntze, J. E. Vetter, E. Jaeschke, R. Repnow, *Studie zum Bau eines Nachbeschleunigers für mittelschwere Ionen mit supraleitenden Helixresonatoren,* Karlsruhe, August 1973. – Diese Studie macht noch keinen Bauvorschlag, sondern legt dar, daß alle technischen und physikalischen Probleme grundsätzlich lösbar sind.
436 Ch. Schmelzer, private Mitteilung vom 6. 12. 72.
437 A.a.O.
438 Dabei gehört es zur »Politik« von GSI, universitäre Forschungskapazitäten für ihre Problemstellungen zu aktivieren und zu nutzen; dies gilt insbesondere für die Strahlführungs-, Stripper- und Ionenquellen-Probleme. (Vgl. R. Bock, Diskussionsbemerkungen auf der *1. GSI-Arbeitstagung,* 26. 5. 72.)
439 D. Böhne, private Mitteilung vom 26. 5. 72.
440 Nach Angaben Schmelzer's (*Statusbericht,* vorgetragen im GSI-Seminar am 25. 4. 72) ist dabei die Untergrenze der Angebote dadurch gekennzeichnet, daß der Bieter »nicht weiß, was auf ihn zukommt«, während an der Obergrenze hohe Sicherheitszuschläge enthalten sind.

441 Vgl. N. Angert et al., *Status-Bericht Januar-März 1972*. In: *GSI-Bericht* 72-6.

442 Ch. Schmelzer, *Statusbericht*, 25. 4. 72 (im GSI-Seminar vorgetragenes Referat).

443 Die GSI ist sehr stolz auf das bei ihr entwickelte Verfahren zur Glanzverkupferung sehr großer Werkstücke. Damit lassen sich 92-94% der theoretischen Leitfähigkeit erreichen, während die besten vorher bekannten Verfahren gerade 80% erreichten. Die Problematik des spin off neuartiger für die Grundlagenforschung entwickelter Technologien wird an diesem Beispiel deutlich: Obwohl die GSI sich bemühte, industrielle Anwender für die neue Technologie zu interessieren, fand sie bis jetzt nur in Architektenkreisen Aufmerksamkeit; dort wollte man die schönen durch Glanzverkupferung herstellbaren Oberflächen zur Verzierung von Gebäudefassaden nutzen!! (Private Mitteilung von Ch. Schmelzer, D. Böhne und P. Armbruster.)

444 R. W. Müller, *Das UNILAC-Projekt, GSI-Bericht* 72-9, p. 2 f.

445 Ein einigermaßen delikates Problem war die Beschaffung einer Großrechenanlage für GSI. Die Wissenschaftler wollten einen IBM-Computer (Typ 370/168), da dieser leistungsfähiger als von der deutschen Industrie gefertigte Anlagen ist. Andererseits bemühen sich BMwF bzw. BMBW/BMFT seit 1967 im Rahmen des Schwerpunktprogramms Datenverarbeitung um die Aufpäppelung einer gegenüber den marktbeherrschenden amerikanischen Firmen konkurrenzfähigen deutschen Computerindustrie. Öffentliche Mittel für Datenverarbeitungsanlagen sollen, wenn irgend möglich, ausschließlich der deutschen Industrie zufließen. Es gelang den Wissenschaftlern, durch sorgfältige Vorbereitung ihres Antrages und fachlich hieb- und stichfeste Begründung für die Notwendigkeit einer IBM 370/168 den hiermit vorprogrammierten Konflikt für sich zu entscheiden. Ende 1973 wurde der GSI der von ihr gewünschte Computer zugestanden.

446 Am 28. 6. 73 wurde bei der GSI in Anwesenheit von Forschungsminister Ehmke und des hessischen Ministerpräsidenten Osswald Richtfest gefeiert.

447 Siehe Anhang 29.

448 Ch. Schmelzer, *Statusbericht*, GSI-Seminar vom 12. 2. 74.

449 Einen detaillierten Überblick über die Finanzierung von GSI gibt Anhang 31.

450 P. Armbruster, private Mitteilung vom 7. 6. 73.

451 A.a.O.

452 *Das Laboratorium der GSI in Darmstadt*, Bericht des ad hoc – Ausschusses »Schwerionenforschung« vom 1. 3. 70, p. 4-2.

453 Wir benutzen für diesen Ausschuß die abkürzende Bezeichnung »ahA«.

454 Sie sind im Laufe des Aufbaus der GSI dahingehend modifiziert worden, daß GSI nicht nur Servicefunktionen für die Hochschulforschung übernimmt, sondern in stärkerem Ausmaß auch eigenständig Forschung betreibt.

455 *Das Laboratorium der GSI* ..., a.a.O., p. 4-1.

456 »Die *residenten Gruppen* als permanent am Laboratorium anwesend stellen den Kern des Forschungsstabes dar. Es sind gemischte Gruppen aus von der Gesellschaft festangestellten und aus längerfristig zur GSI entsandten Wissenschaftlern. [...] Die *Besuchergruppen* hingegen arbeiten vorübergehend am Laboratorium. Der Schwerpunkt der Forschungsaktivität, insbesondere die Auswertung von im Laboratorium der GSI durchgeführten Experi-

menten, verbleibt bei den entsendenden Stellen.« (*Das Laboratorium der GSI* . . ., a.a.O., p. 5-3 f.

457 *Das Laboratorium der GSI* . . ., a.a.O., p. 4-6 f.

458 A.a.O., p. 4-7.

459 P. Armbruster, private Mitteilung vom 7. 6. 73; vgl. auch Anhang 33.

460 A.a.O.

461 Dem *4. Atomprogramm* zufolge sollen »die Zentren im Rahmen der Verbundforschung in zunehmendem Maße auch Organisations- und Managementaufgaben übernehmen und hierdurch das BMBW entlasten« (Vgl. *4. AtP* (Entwurf), p. 163).

462 Vgl. *Vorbereitung von Experimenten am Schwerionen-Beschleuniger der GSI*, 1970 (*GSI-Bericht* 71-1) und 1971 (*GSI-Bericht* 72-3).

463 Vgl. *Überlegungen zum experimentellen Forschungsprogramm 1972-1974, GSI-Bericht* 72-4, p. 49.

464 P. Armbruster, private Mitteilung vom 7. 6. 73.

465 Zu Konstituierung und Mitgliedern dieses Gremiums siehe Anm. 432.

466 *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 15. 11. 72.

467 A.a.O.

468 Vgl. die verschiedenen von der GSI herausgegebenen Seminarberichte. Diese Berichte sind – zusammen mit den angefügten Literaturnachweisen – für fachlich Interessierte ein guter Einstieg in aktuelle Probleme der Schwerionenforschung.

469 Seaborg hält »den Rekord im Entdecken von neuen Elementen«. – Vgl. *Die Zeit*, 14. 2. 69, p. 45.

470 *GSI-Bericht* 72-4. – Siehe Anhang 34.

471 A.a.O., Vorbemerkung.

472 P. Weingart, *Die amerikanische Wissenschaftslobby*, Düsseldorf 1970, p. 93; vgl. auch p. 55.

473 Nach Angaben der GSI beruht die Dominanz kernphysikalischer und kernchemischer Forschungsprogramme nicht auf einer »partikularistischen Interessenwahrnehmung« durch die Kernphysiker und -chemiker, sondern darauf, daß von seiten anderer Disziplinen bisher kaum Anregungen oder Wünsche gekommen sind (Armbruster, Bock, private Mitteilung vom 4. 6. 74).

474 Vgl. GSI (Hrsg.), *Wissenschaftliches Programm 1974-76*, Darmstadt 1974, p. 20 ff. (unveröffentlicht).

475 Vgl. Anhang 21.

476 Zu diesem Begriff vgl. Teil III, Anm. 10.

477 Zum methodischen Zusammenhang von Theorie und Empirie in den empirisch-analytischen Naturwissenschaften siehe p. 110 ff.

478 *Überlegungen zum experimentellen Forschungsprogramm, GSI-Bericht* 72-4, p. 11.

479 *GSI-Bericht* 72-4, p. 11 ff.

V Probleme der Wissenschaftsentwicklung

Wir wollen nun versuchen, ausgehend von dem hinsichtlich der Entwicklung von Kernforschungspolitik und Kernforschung erschlossenen empirischen Material und unter Benutzung von Ergebnissen der Wissenschaftsforschung, einige Aussagen über allgemeine Tendenzen der Wissenschaftsentwicklung in der naturwissenschaftlichen Grundlagenforschung zu gewinnen.

Auf die völlig andersartigen Verhältnisse in den Sozialwissenschaften, in denen es aufgrund des historischen Charakters ihrer Gegenstände keine den Naturwissenschaften vergleichbare wissenschaftsintern regulierte und voranschreitende Problemerzeugung und keine kumulative Tradition gesicherten Wissens gibt, können unsere Überlegungen keinen Bezug nehmen.

Es liegt auf der Hand, daß der von uns empirisch untersuchte partikulare Bereich auch im Kontext der Wissenschaftsentwicklung in naturwissenschaftlichen Disziplinen nur bedingt Verallgemeinerungen zuläßt. Daher haben die folgenden Überlegungen teilweise tentativen Charakter und bedürfen zu ihrer Untermauerung oder Modifizierung weiterer Studien in anderen Sektoren von Wissenschaft und Wissenschaftspolitik. Andererseits ist die Vermutung naheliegend, daß die Kernphysik als Prototyp stark vergesellschafteter Wissenschaft gelten kann, und daß andere naturwissenschaftliche Disziplinen mit zeitlicher Verzögerung eine vergleichbare Entwicklung hin zu »big science« und zur verstärkten Nutzung für außerwissenschaftliche Ziele durchmachen werden. Wir versuchen, diese Vermutung durch einige Überlegungen über Eigenart und Determinanten der Vergesellschaftung von Wissenschaft zu erhärten. Wenn wir im folgenden von »Wissenschaft« sprechen, so haben wir als konkretes Beispiel dabei stets die Kernphysik im Auge; allerdings mit der – durch weitere empirische Forschung zu überprüfenden – Unterstellung, daß die charakteristischen Elemente von deren Entwicklung im Rahmen genereller Tendenzen der Naturwissenschaftsentwicklung in fortgeschrittenen kapitalistischen Ge-

sellschaften verallgemeinerungsfähig sind.

Unsere Überlegungen betreffen nicht die Inhalte wissenschaftlichen Erkenntnisfortschritts, sondern beziehen sich auf Wissenschaft als einen in Raum und Zeit ablaufenden Handlungsprozeß disziplinärer scientific communities.[1]

V.1 Die Vergesellschaftung der Wissenschaft

Unsere generelle These ist, daß unter der Perspektive »Wissenschaft als Handlungsprozeß« das wesentliche Kennzeichen der gegenwärtigen Wissenschaftsentwicklung in der zunehmenden Vergesellschaftung des Wissenschaftsprozesses zu erblicken ist.[2] Dabei unterscheiden wir analytisch zwischen einer »inneren« und einer »äußeren« Vergesellschaftungstendenz, deren Voranschreiten jeweils einer eigenen und eigentümlichen Entwicklungslogik folgt. Die wirkliche Wissenschaftsentwicklung wird durch das Zusammenwirken beider Tendenzen im Wissenschaftsprozeß bestimmt.

Mit »innerer« Vergesellschaftung bezeichnen wir diejenigen Tendenzen wissenschaftlicher Entwicklung, die aus den Eigenregulativen wissenschaftlicher Forschung selbst hervorkommen, die durch bisherigen wissenschaftlichen Fortschritt bedingt sind und künftigen wissenschaftlichen Fortschritt bedingen und gegen die weder weiterer wissenschaftlicher Fortschritt noch auch nur eine Reproduktion von disziplinären scientific communities möglich erscheint. Die innere Vergesellschaftung ist durch die wissenschaftliche Methode und durch die stofflichen Eigenarten der von der Wissenschaft untersuchten Gegenstandsbereiche qualitativ bestimmt. Sie manifestiert sich darin, daß wissenschaftliche Arbeit, der Prozeß der Aneignung, Erzeugung und Weitergabe wissenschaftlicher Erkenntnisse, zu einem immer aufwendigeren, umfassenderen und differenzierteren Handlungszusammenhang wird.

Demgegenüber bezeichnen wir mit »äußerer« Vergesellschaftung von Wissenschaft diejenigen Entwicklungstendenzen, die – bedingt durch die dem Kapital innewohnende Tendenz, seine Sphäre beständig zu erweitern, immer mehr gesellschaftliche Aktionsbereiche in seinen Verwertungsprozeß einzubeziehen, die Produktivkraftentwicklung voranzu-

treiben, neue Stoffe und Prozesse für seine Verwertung zu erschließen und zu nutzen – die Wissenschaft zunehmend in einen arbeitsteilig vergesellschafteten Produktionsprozeß zu integrieren und ihre Entwicklung im Rahmen von auf Kapitalverwertung zielenden Strategien zu nutzen und zu lenken suchen.

Wir werden zunächst, anknüpfend an die Entwicklungen in Kernphysik und Schwerionenforschung, die hauptsächlichen Aspekte der inneren und äußeren Vergesellschaftung von Wissenschaft darstellen und dann der Frage nach der Vermittlung beider Tendenzen im wirklichen Wissenschaftsprozeß und der dabei auftretenden Widersprüche nachgehen.

V.1.1 »Innere« Vergesellschaftung

Wissenschaftlicher Fortschritt, Technisierung und wachsende Aufwendigkeit des Forschungsprozesses sowie zunehmende Arbeitsteilung und Kooperation in der wissenschaftlichen Arbeit sind die wesentlichen, einander wechselseitig bedingenden Erscheinungsformen der inneren Vergesellschaftung von Wissenschaft. Diese wird durch wissenschaftliche Arbeit zwangsläufig vorangetrieben, auch unabhängig von allen durch äußere Verwertungsinteressen bedingten Veränderungen der Wissenschaft.

Ausmaß und Tempo der inneren Vergesellschaftung von Wissenschaft werden eindrucksvoll deutlich an den institutionellen Veränderungen wissenschaftlicher Arbeit. Konnte experimentelle physikalische Frontforschung noch vor 50 Jahren in quasi handwerklichem Rahmen und mit Hilfe einer höchstens einige 10 000 Mark kostenden Geräteausstattung betrieben werden[3], so nimmt heutzutage, wie das Beispiel GSI zeigt, Forschung vielfach industrielle Dimensionen an.[4]

Der wissenschaftliche Fortschritt führt zu immer umfassenderen und differenzierteren Erkenntnissen, zur Entstehung neuer Disziplinen und zur ständigen Ausdehnung des praktisch-technischer Verfügung zugänglichen Phänomenbereichs. Dessen Nutzung für die technische Präparierung esoterischer Versuchsanordnungen oder als allgemeines Hilfsmittel der Forschung wird selbst zu einer Voraussetzung weiteren wissenschaftlichen Fortschritts und bedingt die zunehmende Auf-

wendigkeit und Technisierung des Forschungsprozesses. Die für Forschung erforderlichen Geräte sind in wachsendem Ausmaß selbst Produkte von Wissenschaft[5]; in ihnen vergegenständlichen sich die anwachsenden etablierten fachsystematischen Erkenntnisse (so sind in den UNILAC weite Bereiche von klassischer Mechanik und Elektrodynamik sowie Atomphysik »eingebaut«). Wissenschaftlicher Fortschritt vollzieht sich zunehmend Maschinen-orientiert[6], wodurch die Formen und Voraussetzungen wissenschaftlicher Arbeit weitgehend umgestaltet werden und der traditionelle Mechanismus wissenschaftlichen Fortschritts durch eine höher vergesellschaftete Form der Steuerung abgelöst wird (siehe unten). Aufgrund wissenschaftlichen Fortschritts und zunehmender Technisierung der Forschungsprozesse verlangt sowohl die Erzeugung als auch die Lösung wissenschaftlicher Probleme ständig steigende Aufwendungen[7] sowie zunehmende Arbeitsteilung und Kooperation. Dies bezieht sich sowohl darauf, daß innerhalb der wissenschaftlichen Arbeit eine zunehmende Spezialisierung und Ausdifferenzierung von Funktionen stattfindet, als auch darauf, daß mit der zunehmenden Aufwendigkeit und Technisierung des Forschungsprozesses dessen Durchführung nicht mehr allein von Wissenschaftlern, sondern nur noch in Kooperation mit einer Vielzahl von Technikern, Ingenieuren, Facharbeitern und Verwaltungspersonal zu gewährleisten ist.[8] Die wachsenden organisatorischen und finanziellen Voraussetzungen von Forschung sprengen deren traditionellen institutionellen Rahmen. Wie die Entstehung der GSI zeigt, ist den Universitäten eine Teilhabe an Frontforschung oft nur noch durch Zentralisation der Forschungseinrichtungen und ihre kooperative Nutzung möglich.

Die Ausdifferenzierung wissenschaftlicher Tätigkeiten bezieht sich nicht nur auf die Entstehung neuer Disziplinen, sondern auch auf die Rollenverteilung innerhalb dieser Disziplinen. Bis weit ins 19. Jahrhundert hinein war jeder in der Grundlagenforschung tätige Physiker in Personalunion angewandter Physiker (der seine Experimentiergeräte selbst entwarf), Experimentator, Theoretiker und Wissenschaftsmanager (der über die anzugehenden Forschungsprogramme entschied und ihre Durchführung organisierte). Während im Laufe der Wissenschaftsentwicklung die Physik (wie andere

Wissenschaften) sich zunehmend in Teildisziplinen aufgefächert hat, haben sich die verschiedenen Funktionen innerhalb jeder der Teildisziplinen mehr und mehr ausdifferenziert und sind zunehmend auf arbeitsteilig und kooperativ arbeitende Spezialisten übergegangen. Die neueste einschlägige Entwicklungstendenz ist die Entstehung eines unmittelbar vor der Professionalisierung stehenden »science affairs establishment«[9], dessen Tätigkeit im wesentlichen darin besteht, wissenschaftlich aussichtsreiche Forschungsprogramme zu entwickeln bzw. auszuwählen und die institutionellen Voraussetzungen für ihre Bearbeitung zu schaffen. Aufgrund der zunehmenden Aufwendigkeit und Technisierung des Forschungsprozesses kann dessen Entwicklung nicht mehr durch die bewußtlos sich vollziehende Addition einer Vielzahl von Präferenzentscheidungen einzelner autonomer Forscher (Polanyis Gelehrtenrepublik)[10] gesteuert werden, sondern nur noch durch die planmäßige bewußte Aktion zentralisierter Lenkungsorgane.[11] Entscheidungen über Forschungsprogramme, zu deren Verfolgung ein Großgerät erforderlich ist, legen u. U. die Tätigkeit ganzer disziplinärer scientific communities auf Jahre hinaus fest.

Großgeräte können auch ganz neue Formen wissenschaftlicher Kooperation hervorbringen, etwa, wie es sich bei der GSI andeutet, durch Integration der Forschungsprogramme verschiedener Disziplinen, die unter unterschiedlichen Aspekten an dem durch das Großgerät zu erschließenden Phänomenbereich interessiert sind.[12]

Wenn der wissenschaftliche Fortschritt auch keineswegs bruchlos erfolgt[13], so ist er dennoch ein kumulativer Prozeß in dem Sinne, daß unbeschadet aller künftig erforderlichen Abänderungen und Wechsel bei den gegenwärtig akzeptierten wissenschaftlichen Paradigmen der von ihnen instrumenteller Verfügung schon erschlossene Phänomenbereich auch in Zukunft auf der Grundlage der gegenwärtig akzeptierten Paradigmen instrumentell verfügbar bleibt, da innerhalb dieses Phänomenbereichs das neue Paradigma sich notwendig auf die Aussagen und Vorschriften des alten Paradigmas reduzieren muß. Damit ist die wissenschaftlichem Fortschritt geschuldete Ausdehnung des praktisch-technischer Verfügung zugänglichen Phänomenbereichs ein kumulativer Prozeß.

Wenn, wie wir vermuten, dieser Prozeß die wesentliche Determinante der inneren Vergesellschaftung von Wissenschaft darstellt, dürfte auch diese im Laufe der wissenschaftlichen Entwicklung stets monoton (wenn auch mit wechselndem Tempo) zunehmen.

V.1.2 »Äußere« Vergesellschaftung

Während die innere Vergesellschaftung der Wissenschaft ein notwendiges Ergebnis wissenschaftlicher Arbeit selbst ist und von Wissenschaftlern unter einer Strategie weiteren Erkenntnisfortschritts vorangetrieben wird, ist die »äußere« Vergesellschaftung keine der Wissenschaft selbst innewohnende Tendenz. Sie ist die Auswirkung der allgemeinen durch den Akkumulations- und Krisenprozeß des Kapitals verursachten historischen Vergesellschaftungstendenzen auf die Wissenschaft.[14] Sie ist bedingt durch ein außerwissenschaftliches Interesse an Tätigkeit und Produkten[15] fortgeschrittener, zunehmend intern vergesellschafteter Wissenschaft. Die »äußere« Vergesellschaftung von Wissenschaft bezeichnet in vielfältigen Formen sich manifestierende Tendenzen, die Wissenschaft zunehmend und planmäßig unter Strategien, für die Wissenschaft und Erkenntnisfortschritt nicht Zweck, sondern Mittel zum Zweck sind, in gesellschaftliche Handlungszusammenhänge einzubeziehen; genauer: in den Verwertungsprozeß des Kapitals.

Bis weit ins 19. Jahrhundert hinein unterlag Wissenschaft nicht in nennenswertem Umfang einer äußeren Vergesellschaftung; ihre Tätigkeit ging meist beiläufig und zufällig in den industriellen Produktions- und den gesellschaftlichen Reproduktionsprozeß ein.[16] In der Folge wurden dann wissenschaftliche Erkenntnisse und wissenschaftlich qualifizierte Arbeitskräfte mehr und mehr in der Industrie angewendet (vor allem in Chemie- und Elektroindustrie). Mit dem Projekt Manhattan[17] schließlich begann eine Periode, in der zunächst einzelne Sektoren (Kernforschung), dann immer mehr Bereiche und Disziplinen wissenschaftlicher Tätigkeit zum Gegenstand von Verwertung und Politik wurden und noch werden.

Nun muß schon allein aufgrund der innerer Vergesellschaftung geschuldeten steigenden Aufwendigkeit wissenschaftli-

cher Forschung diese notwendig zum »Politikum« werden, da ihre Kosten nicht mehr aus allgemeinen Kulturetats oder durch Mäzene zu bestreiten sind. Das wesentliche Kennzeichen der äußeren Vergesellschaftung ist jedoch, daß Wissenschaftspolitik nicht nur reaktiv auf innere Entwicklungstendenzen der Wissenschaft eingeht, sondern eine an wissenschaftsexternen Zielen (z. B. Wirtschaftswachstum, militärische Rüstung) orientierte strategische Entwicklung der Wissenschaft beabsichtigt. Der Bedingungszusammenhang wird daran deutlich, daß die Kosten von Wissenschaft zuerst in der Disziplin politische Dimensionen erreichten, die am massivsten aufgrund externer Interessen (Rüstung) gefördert wurde, nämlich in der Kernphysik. Die Wissenschaft zum Politikum machende steigende Aufwendigkeit ist also nicht einfach durch wissenschaftlichen Fortschritt bedingt, sondern ist Resultat von dessen nachhaltiger Beschleunigung unter wissenschaftsexternen Interessen.

In allen kapitalistischen Staaten befindet sich die Wissenschaft in einem, wenn auch mit unterschiedlicher Intensität und in im einzelnen unterschiedlichen Formen, voranschreitenden Prozeß äußerer Vergesellschaftung. Dessen charakteristische Merkmale, bezogen auf die Entwicklung in der BRD, sind:

– Das Enstehen zentraler staatlicher Lenkungsorgane für Wissenschaft, in die das »science affairs establishment«[18] integriert ist. (Diese Organe wurden zunächst nur für den Atombereich geschaffen: Die Konstituierung von BMAt und DAtK erfolgte 1955/56 auf Betreiben der an der Kernenergieverwertung interessierten Monopole; deren Vertreter besaßen auch den maßgeblichen Einfluß im zentralen atompolitischen Lenkungsapparat.)[19]

– Die Einleitung einer planmäßigen, an ökonomischen und politischen Zielen orientierten zentralisierten Wissenschaftspolitik; zunächst sektoral beschränkt auf Kernforschung, dann immer weiter ausgreifend. (1955 Kernforschung/Kerntechnik; 1962 Weltraumforschung; 1963 allgemeine Wissenschaftsförderung; 1966 Datenverarbeitung; 1967 verschiedene neue Technologien, Meeresforschung; 1971 Umweltforshung[20]; 1974 Energieforschung).

– Die mit der Diversifizierung der Wissenschaftspolitik ein-

hergehende Ausweitung der wissenschaftspolitischen Exekutive, signalisiert durch wechselnde Etikettierungen: 1955 BMAt; 1962 BMwF; 1969 BMBW; 1972 BMBW und BMFT.[21]
– Die Entwicklung eines »Verbundsystems« der Wissenschaftslenkung aus Wirtschaft, Staat und Wissenschaft als eines vielschichtigen und uneinheitlichen Institutionengefüges mit starken Zentralisierungstendenzen. Elemente wissenschaftlicher Selbststeuerung haben in diesem Komplex ihren funktionalen Platz; die entscheidenden Einflußpositionen aber sind von den Vertretern der mächtigsten Monopolgruppen besetzt.[22]
– Das Entstehen zahlreicher internationaler Kooperationen und Organisationen für Wissenschaft und Technik (u. a. CERN, EURATOM).
– Das Entstehen solcher Großforschungszentren, deren Größe und Tätigkeit nicht schon durch ein wissenschaftliches Großgerät wissenschaftsintern erzwungen ist, wie etwa bei DESY und GSI, sondern die eine projekt- und verwertungsorientierte Zusammenfassung von zahlreichen Teilinstituten darstellen, die einzeln teilweise noch vom traditionellen »little science«-Typ sein mögen, und die im gesamten Bereich von FEI tätig sind. (Beispiele: KFZK, KFA, GKSS)
– Das Entstehen wissenschaftsfundierter Industrien im privaten Sektor, deren wissenschaftliche Komponenten z. T. aber nicht innerhalb der Privatunternehmen, sondern in diesen zuarbeitenden öffentlichen Wissenschaftsstätten (z. B. Großforschungszentren) institutionalisiert sind.
– Das Entstehen neuer wissenschaftlicher Spezialgebiete aufgrund wissenschaftsexterner Ziele. (Beispiele: Weltraumforschung, Informatik, Biotechnologie.)
– Schließlich die von Kapitalinteressen vorangetriebene Entwicklung der Wissenschaftsforschung als einer Disziplin, die auf der Grundlage gesicherter wissenschaftlicher Erkenntnisse dem Kapital einen planmäßigen Zugriff auf Wissenschaft ermöglichen soll.[23]

In der Entstehung und Durchführung jedes konkreten wissenschaftlichen Großprojektes[24] müssen sich die inneren und äußeren Vergesellschaftungstendenzen von Wissenschaft miteinander vermitteln. Es gibt a priori keinen Anlaß für die

Annahme, daß die aus wissenschaftlichem Fortschritt entstehende und durch ihn qualitativ (stofflich) bestimmte innere Vergesellschaftung der Wissenschaft sowie die aus den Verwertungsbedürfnissen des Kapitals entspringende und damit zunächst nur quantitativ (Profit) bestimmte äußere Vergesellschaftung der Wissenschaft miteinander konfliktfrei verträglich sein sollten.

Aus unserer Darstellung von Kernforschungspolitik und GSI-Entstehung geht hervor, daß eine Reihe günstiger und durchaus zufälliger Konstellationen eine weitgehende Interessenidentität und Koalitionsfähigkeit der die inneren und äußeren Vergesellschaftungstendenzen von Wissenschaft vorantreibenden Kräfte bedingt hat. Allerdings sind auch eine Reihe von Konflikten und Widersprüchen aufgetaucht, die in Kapitel V.1.4 sowie V.2.3 ff. noch einmal in systematischem Zusammenhang diskutiert werden.

Während die innere Vergesellschaftung der Wissenschaft eine zwangsläufige Folge wissenschaftlichen Fortschritts ist und nicht »gebremst« werden kann, ohne gleichzeitig den Fortschritt und möglicherweise den Fortbestand der Wissenschaft überhaupt zu behindern, steht die äußere Vergesellschaftung hinsichtlich Inhalt, Form und Funktion prinzipiell zur Disposition eines gesellschaftlichen Subjekts. Faktisch allerdings wird sie gegenwärtig durch eine hinter dem Rücken der gesellschaftlichen Akteure sich durchsetzende, von ihnen weder intendierte noch ihnen überhaupt bewußte objektive Entwicklungslogik des Kapitals bestimmt.

Die äußere Vergesellschaftung von Wissenschaft bezeichnet eine Konstellation, deren Konsequenzen für die wissenschaftlich Tätigen mit dem Begriff der »gesellschaftlichen Verantwortung der Wissenschaft« nur höchst vage umschrieben sind. Der grundlegende Tatbestand ist, daß die extern vergesellschaftete Wissenschaft im Verfolg ihrer eigenen Ziele (»Erkenntnis«) gleichzeitig – gleichgültig, ob intentional oder nicht – wissenschaftsexterne Ziele mitverfolgt. Auf die tatsächlichen oder wünschenswerten Konsequenzen dieses Tatbestandes für Selbstverständnis und Handlungsmaximen der Wissenschaftler werden wir, anknüpfend an Überlegungen von G. Böhme[25], im folgenden Kapitel eingehen.[26]

V.1.3 *Finalisierung der Wissenschaft?*

Bedingt durch die zunehmende Einbeziehung von Wissenschaft in arbeitsteilig vergesellschaftete Produktionsprozesse sowie zunehmende Bemühungen staatlicher Behörden und privatkapitalistischer Unternehmen, Wissenschaft gemäß und im Hinblick auf »extern« vorgegebene politische und ökonomische Ziele zu lenken und zu entwickeln, ist die Frage nach dem Verhältnis »interner« und »externer« Determinanten der Wissenschaftsentwicklung zu einem zentralen Thema der Wissenschaftsforschung geworden.

Böhme, van den Daele und Krohn haben hierzu in Anknüpfung an Kuhn[27] und Toulmin[28] ein interessantes evolutionstheoretisches Konzept vorgelegt, das simple Entgegensetzungen interner und externer Determinanten vermeidet und eine differenzierte Betrachtung ihrer Wechselbeziehungen ermöglicht.[29] In Analogie zu Darwins Theorie von der Entstehung der Arten fassen Böhme et al. wissenschaftliche Disziplinen als Spezies, die sich zwar einerseits nach einer intern regulierten (durch Gegenstand und Methode bestimmten) Logik entwickeln, deren tatsächliches Wachstum – Fortschritt oder Niedergang – andererseits aber durch die in einer allgemein wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Umwelt gegebenen Entfaltungsmöglichkeiten bestimmt wird. Dabei suchen Böhme et al. den Nachweis zu erbringen, daß nicht nur die Geschwindigkeit wissenschaftlichen Fortschritts von der »selektierenden« Umwelt abhängt, sondern daß die wissenschaftsintern regulierte Erzeugung von Forschungsprogrammen echte inhaltliche Alternativen enthält und damit alternative Möglichkeiten der Wissenschaftsentwicklung bietet. Im Rahmen dieses Konzepts haben Böhme et al. die These von der »Finalisierung der Wissenschaft« entwickelt.[30] Ausgehend von der Beobachtung, daß viele wissenschaftliche Disziplinen, besonders in den Naturwissenschaften, in ein Stadium der »Reife« eingetreten sind, in dem sie über umfassende und differenzierte, einen weiten Gegenstandsbereich abdeckende Paradigmen verfügen, behaupten sie und versuchen sie durch Beispiele zu belegen, daß die »reife« Wissenschaft zur Ausfüllung des ihrem Fortschreiten offenstehenden Alternativenspielraums äußere Problemvorgaben nicht nur – was nahelie-

gend ist – ermögliche, sondern aufgrund eines Nachlassens ihrer internen Entwicklungsdynamik geradezu erfordere. Die Finalisierung der Wissenschaft »ist ein Prozeß, in dem externe Zwecksetzungen gegenüber der Wissenschaft zum Entwicklungsleitfaden der Theorie werden«[31]. Hierin sehen dann Böhme et al. die Chance, die Wissenschaftsentwicklung nach Kriterien »sozialer Relevanz« planmäßig zu steuern.

Die Finalisierungsthese enthält also einmal eine empirisch zu überprüfende Behauptung über die faktische Verlaufstendenz der Wissenschaftsentwicklung; zum andern enthält sie ein normatives Konzept, das eine absichtsvolle Entwicklung der Wissenschaft im Hinblick auf gesellschaftlich sinnvolle Ziele fordert. Was nun den empirischen Gehalt der Finalisierungsthese angeht, ist unstrittig, daß mehr und mehr Wissenschaft im Hinblick auf extern vorgegebene Ziele betrieben wird. Wir sind jedoch der Auffassung, daß sich hieraus keine Veränderung des traditionellen Entwicklungsmusters wissenschaftlichen Fortschritts und ein Nachlassen der Eigendynamik wissenschaftlicher Entwicklung ableiten läßt. Die Finalisierung scheint uns keine Alternative zur intern regulierten Wissenschaftsentwicklung, sondern als ein zusätzlicher andersartiger Entwicklungsmechanismus zu sein.

Gerade die Entwicklung in »reifen« Disziplinen wie der Kernphysik scheint uns den Schluß nahezulegen, daß die wissenschaftlichen Fortschritt vorantreibende Kraft einer nach wissenschaftsimmanenten Kriterien vorgenommenen Problemerzeugung ungebrochen ist. Die wesentliche Triebkraft der innerwissenschaftlichen Entwicklungsdynamik dürfte dabei in dem Umstand zu suchen sein, daß der von disziplinären Paradigmen abgedeckte und der im Experiment zugängliche Phänomenbereich einander zwar teilweise, aber nicht vollständig überlappen: Entweder sind Phänomene experimentell zugänglich, für die noch keine umfassenden Paradigmen existieren (z. B. in der Mittelenergie-Kernphysik und in der Elementarteilchenphysik), oder es sind Phänomene noch nicht experimentell zugänglich, für die umfassende Paradigmen bereits vorhanden sind (z. B. in der Schwerionen-Kernphysik).

Die Dynamik der wissenschaftsintern regulierten Problemerzeugung kommt u. a. in der starken partikularistischen

Interessenvertretung disziplinärer scientific communities, wie etwa der nuclear physics community der BRD, zum Ausdruck.[32] Sie läßt sich auch daran ablesen, daß die Wissenschaft – von Ausnahmesituationen abgesehen[33] – beständig wesentlich mehr Forschungsprobleme erzeugt, als die staatlichen Fördermittel aufzunehmen erlauben; daher wird unter Wissenschaftlern, selbst unter den doch sehr großzügig geförderten Kernphysikern, häufig geklagt, daß der Staat »kein Herz« für die Grundlagenforschung habe.[34] Die »überschießende Problemgenerativität« der Wissenschaft dürfte mit zunehmend verfügbaren technischen Hilfsmitteln (große Präzisionsexperimentiergeräte, Elektronik, Computer, etc.) eher noch anwachsen.

Die von Böhme et al. als empirisches Faktum behauptete Finalisierung der Wissenschaft beinhaltet zunächst einmal die zunehmende Nutzung eines immer umfassenderen wissenschaftlichen Grundlagenwissens für die Verwirklichung von außerhalb der Wissenschaft gesetzten Zielen. Dies hat es als »angewandte Forschung« schon seit langem gegeben; es ist nur natürlich, daß der Bereich angewandter Forschung in dem Maße wachsen kann, wie – entsprechende externe Interessen und Ziele vorausgesetzt – für deutlich umfassendere Gegenstandsbereiche ein immer differenzierteres Grundlagenwissen verfügbar ist. Daher ist es klar, daß der Bereich angewandter Forschung gegenüber dem Bereich der Grundlagenforschung im Laufe der wissenschaftlichen Evolution potentiell immer größer werden kann und unter entsprechenden gesellschaftlichen Bedingungen (verstärkter Zwang zur Steigerung der Produktivität der Arbeit aufgrund der Eigengesetzlichkeiten der kapitalistischen Akkumulation) auch tatsächlich immer mehr anwächst. Dieser Umstand belegt aber in keiner Weise, daß in dem stets noch verbleibenden Bereich der Grundlagenforschung selbst eine Veränderung des Entwicklungsmusters im Sinne einer Finalisierung einsetzt; zu konstatieren ist lediglich, daß um die Grundlagenforschung herum ein schneller als sie selbst wachsender Kranz angewandter Wissenschaft entsteht.[35]

Welche Konsequenzen ergeben sich nun aus der unter externen Zwecken erfolgenden Wissenschaftsförderung für die Theorieentwicklung innerhalb der traditionellen Grundla-

genforschung? Mit Hilfe selektiver Mittelvergabe kann bestimmt werden, in welchem Phänomenbereich (z. B. Elementarteilchen, Atomkerne, heiße Plasmen, feste Körper, kosmische Objekte, ...) und in welchem Umfang wissenschaftlich gearbeitet wird. Damit unterliegen das Wachstum der für den jeweiligen Phänomenbereich zuständigen wissenschaftlichen Disziplinen und also das Tempo der Erzeugung und Lösung von Forschungsproblemen einer externen Regulation. Dies dürfte aber in den »harten« Naturwissenschaften nur marginale Auswirkungen auf die qualitativen Elemente der Theorieentwicklung haben und im wesentlichen nur die Geschwindigkeit und möglicherweise die Abfolge wissenschaftlichen Fortschritts innerhalb einer Disziplin beeinflussen.[36] Wir sehen einstweilen keine empirischen Hinweise darauf, daß externe Zwecksetzungen bei der Wissenschaftsförderung einen qualitativen Einfluß auf die Kriterien haben, nach denen innerhalb einer »reifen« wissenschaftlichen Disziplin darüber befunden wird, was ein wichtiges Forschungsproblem ist, was eine wissenschaftlich einwandfreie Problemstellung und was eine akzeptable Problemlösung ist.

Wir haben die von Böhme et al. mit der Finalisierungsthese angezielten Tatbestände einer zunehmenden Einbeziehung der Wissenschaft in wissenschaftsexterne Handlungszusammenhänge und ihre bewußte Entwicklung unter wissenschaftsexternen Strategien mit dem Begriff der »äußeren Vergesellschaftung« gekennzeichnet. Die These von der zunehmenden äußeren Vergesellschaftung der Wissenschaft ist umfassender aber hinsichtlich der qualitativen Determinanten der Wissenschaftsentwicklung auch weniger spezifisch und damit schwächer. Sie bezieht sich auf alle nur denkbaren Produkte wissenschaftlicher Tätigkeit und deren Nutzung für wissenschaftsexterne Zwecke, während die Finalisierungsthese vor allem eine extern bestimmte Nutzung und Entwicklung ganz spezifischer Produkte, nämlich wissenschaftlicher Erkenntnisse und Theorien, im Auge hat. Die äußere Vergesellschaftung der Wissenschaft geschieht aber nicht notwendig – und, wie wir meinen, in den »harten« Naturwissenschaften bisher auch faktisch nicht – in der spezifischen von der Finalisierungsthese unterstellten Weise, nämlich durch an externen Zwecken orientierte und dadurch qualitativ beeinflußte Theorieent-

wicklung. Vielmehr können sich die externen Zwecke nicht nur auf zu erzeugende wissenschaftliche Erkenntnisse beziehen, sondern auch auf andere Produkte wissenschaftlicher Arbeit, und sie tun es faktisch auch.[37]

Hinsichtlich der die Wissenschaftsentwicklung mitbestimmenden externen Zwecke ist unsere These von der äußeren Vergesellschaftung spezifischer und stärker als die Finalisierungsthese. Während letztere über die faktisch sich durchsetzenden oder durchzusetzenden externen Zwecke entweder nur formale (»ökonomische, soziale, politische«) oder sehr vage Aussagen (»soziale Relevanz«) macht, behauptet die These von der äußeren Vergesellschaftung, daß die faktisch sich durchsetzenden externen Zwecke strikt aus der objektiven Entwicklungslogik des Kapitals hervorgehen. Wenn diese These auch durch die vorliegende Studie plausibel erscheinen dürfte, so bleiben doch die Ableitung der konkreten Bestimmungen der äußeren Vergesellschaftung und deren widersprüchlicher Durchsetzung in der gesellschaftlichen und wissenschaftlichen Entwicklung vorerst ein offenes Problem, das weiterer theoretischer und empirischer Forschung bedarf.

Abschließend noch einige Überlegungen zum normativen Aspekt der Finalisierungsthese. Sollte nicht, wenn schon in der (naturwissenschaftlichen) Grundlagenforschung eine Finalisierung als empirischer Prozeß bisher – wie wir meinen – nicht nachzuweisen ist, diese nicht dennoch und möglicherweise desto nachdrücklicher gefordert und angestrebt werden? Diese Position wird insbesondere von Böhme vertreten.[38] Er empfiehlt den Wissenschaftlern, den gewissen Freiraum, den sie bei ihrer Arbeit zwangsläufig zugestanden bekommen müssen, durch Selbstbestimmung über die Forschungsinhalte zu nutzen, wobei sie nicht »wissenschaftlichen Moden, Karriereinteressen, wissenschaftlichen Erfolg versprechenden Themen folgen«[39], sondern nach »Kriterien sozialer Relevanz« entscheiden sollen. Darüber hinaus sollen sich die Wissenschaftler in der Wissenschaftspolitik engagieren, was eine Auflösung ihrer hierarchischen Strukturen (und auch der innerwissenschaftlichen Hierarchien) voraussetzt.

Wir können hier nicht näher auf die von Böhme vorgetragenen, sehr überzeugenden Argumente und seine Vorschläge für eine »demokratische« anstelle der bisherigen »hierarchi-

schen« Wissenschaftspolitik eingehen. Die Frage nach den wünschenswerten Zielen und Wegen der Wissenschaftsentwicklung ist zu kompliziert und in ihrer Bedeutung nicht nur für die wissenschaftlich Arbeitenden viel zu schwerwiegend, als daß sie im Rahmen der vorliegenden Studie, wo sie nur am Rande auftauchte, zureichend behandelt werden könnte.

Wir wollen nur zwei durch unsere empirische Untersuchungen nahegelegte Gesichtspunkte zu diesem Problem anmerken. Erstens scheint uns unabweisbar, daß mit steigender äußerer Vergesellschaftung die Wissenschaft zunehmend mitverantwortlich wird für die wissenschaftsexternen Zwecke, in die sie eingespannt wird und sich einspannen läßt. Wenn die Wissenschaft sich nicht selbst entmündigen will, wird sie diese äußere Vergesellschaftung nicht einfach ohne Ansehung ihres Inhalts willfährig über sich hereinbrechen lassen, solange sie ihr Geld einbringt[40], sondern wird sie selbst zum Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchung und rationaler Diskussion machen müssen. Dies wird ohne eine Institutionalisierung einer nicht schon a priori auf Kapitalverwertungsinteressen hin programmierten Wissenschaftsforschung innerhalb der disziplinären Fachsystematiken in Forschung und Lehre nicht möglich sein.[41] Zweitens scheint uns, bei aller Relevanz und Dringlichkeit des Problems einer Orientierung der Wissenschaftsentwicklung an gebrauchswert- und bedürfnisbezogenen Kriterien, eine Fortführung innerwissenschaftlich regulierter Forschungsprogrammatik unverzichtbar. Diese liefert in systematischem Zusammenhang wissenschaftliche Problemstellungen, die bei externer Problemorientierung möglicherweise nie aufgetaucht wären, so daß auch die durch eine Lösung der innerwissenschaftlich erzeugten Probleme ermöglichte Ausweitung technischer Verfügung über Naturprozesse ausgeblieben wäre.[42]

Selbst wenn man die gegenwärtig vorhandenen grundlegenden Erkenntnisse über Struktur und Dynamik des Naturgeschehens als ausreichende Grundlage für eine an menschlichen Bedürfnissen orientierte Technik ansehen würde – uns scheint, daß auch nur eine Wahrung dieses Erkenntnisstandes nicht ohne fungierende und ihn damit notwendig gleichzeitig auch noch vermehrende disziplinäre scientific communities möglich sein wird. Wesentliche Funktion und Aufgabe der dis-

ziplinären scientific communities ist und bleibt die fachsystematische Propädeutik, die Gewährleistung der fachsystematischen Komponenten der für wissenschaftlich-technische Berufe erforderlichen Qualifikationen.[43]

V.1.4 Widersprüchliche Vergesellschaftung

Die theoretische und empirische Erforschung der möglichen und tatsächlichen Widersprüche und Konflikte zwischen den inneren und äußeren Vergesellschaftungstendenzen von Wissenschaft im wirklichen Wissenschaftsprozeß ist eine Hauptaufgabe materialistischer Wissenschaftstheorie.[44]

Wir können auf der Grundlage einer singulären Fallstudie hierzu nur einige Anmerkungen von eher illustrativem Charakter machen.

Die GSI – wie jedes wissenschaftliche Großprojekt – verdankt ihre Entstehung einem doppelten Vergesellschaftungsprozeß. Ohne den durch die Dynamik der Kapitalakkumulation vorangetriebenen Zwang zur andauernden Vergesellschaftung der Produktion hätte es in der BRD keine langfristigen planvoll-koordinierten Bemühungen um den Aufbau einer Atomwirtschaft und die Entwicklung einer für ihr Funktionieren als »Humusboden« in vielerlei Hinsicht unerläßlichen nuclear physics community gegeben. Die in diesen Zusammenhängen unter den Auspizien von Staatsverwaltung und interessierten Monopolen erfolgte Förderung der nuclear physics community konnte deren immanenten Entwicklungstendenzen – anspruchsvolle Frontforschung – weitgehend Raum geben, da wegen der lange anhaltenden Prosperitätsperiode des BRD-Kapitals und wegen der großen, einer zivilen Atomwirtschaft zugemessenen strategischen Bedeutung für die langfristige Konkurrenzfähigkeit des BRD-Kapitals auf dem Weltmarkt großzügig bemessene Fördermittel zur Verfügung gestellt werden konnten. Die äußere Vergesellschaftung der nuclear physics community der BRD bedingte eine quantitativ und qualitativ schnell voranschreitende innerwissenschaftliche Problemerzeugung.

Ohne die durch die Dynamik wissenschaftlichen Fortschritts forcierte innere Vergesellschaftung der wissenschaftlichen Arbeit andererseits wäre keine Situation eingetreten, in der

weiterer wissenschaftlicher Fortschritt die durch die traditionelle universitäre Institutsorganisation gezogenen Grenzen für personellen, sachlichen und finanziellen Aufwand gesprengt hätte. Die äußeren Vergesellschaftungstendenzen fanden ihren Niederschlag in einer zentralisierten Atompolitik mit dem integralen Bestandteil einer Kernforschungspolitik. Die inneren Vergesellschaftungstendenzen fanden ihren Niederschlag in dem andauernden Bemühen hessischer Kernphysiker, durch neuartige Organisationsformen den Universitäten unmittelbaren Zugang zur Frontforschung auch in der Ära der big science zu erhalten. Wir haben bereits darauf hingewiesen, daß eine Reihe günstiger und durchaus zufälliger Konstellationen innerhalb der BRD-Kernforschungspolitik im allgemeinen und der GSI-Entstehung im besonderen eine weitgehend reibungsfreie Vermittlung von inner- und außerwissenschaftlichen Entwicklungstendenzen ermöglicht hat.[45]

Gibt es in der Entstehung der GSI überhaupt Hinweise darauf, daß den Wissenschaftlern im Verfolg ihrer wissenschaftsinternen Ziele Formen und Inhalte von Vergesellschaftung aufgenötigt wurden bzw. werden, die mit den innerwissenschaftlichen Vergesellschaftungstendenzen kollidieren? Folgende Indizien lassen sich anführen:

1. Die Wissenschaftler haben ein mehr oder weniger ironisches Verhältnis zu den ihnen aufgenötigten Vergesellschaftungsformen. So betonen sie immer wieder, daß man eine »Firma« gründen müsse, um überhaupt mit einer Institutionalisierungsinitiative auftreten zu können und von den Behörden der Wissenschaftslenkung als Gesprächspartner akzeptiert zu werden. Die KAH bezeichnete sich selbst ironisch als n. e. V. (= nicht eingetragener Verein).[46]

2. Die bedeutenden Verzögerungen der GSI-Entstehung gegenüber dem wissenschaftlich-technisch Möglichen.

3. Von vielen Wissenschaftlern wird kritisiert, daß man ihre Tätigkeit in das Korsett des ihr gar nicht angemessenen GmbH-Rechts preßt. Das GmbH-Recht führe zu komplizierten und unübersichtlichen Strukturen, da es eine Doppelgleisigkeit von gesellschaftsrechtlichen und wissenschaftlichen Leitungsstrukturen gebe. Die Wissenschaftler täten sich schwer in der Ausfüllung der Rollen der GmbH-Organe, so

daß diese von den juristisch versierten Vertretern der Kapitalgeber dominiert würden. Schließlich würden die rechtlichen Strukturen auch eine Kooperation mit nicht der GSI angehörenden Wissenschaftlern, etwa aus den Hochschulen, erschweren.

4. Der Interessenkonflikt um den Großrechner der GSI.[47]

5. Inwieweit die bei kapitalverwertungsbestimmter Wissenschaftsentwicklung vorherrschenden hierarchischen Strukturen mit innerhalb der Wissenschaft möglicherweise vorhandenen egalitären Vergesellschaftungstendenzen (egalitäre kooperative Arbeitsteilung versus hierarchische Arbeitsteilung) sowie mit Selbstbestimmungsinteressen der abhängig wissenschaftlich Arbeitenden kollidieren bzw. kollidieren könnten, muß einstweilen dahingestellt bleiben.[48/49]

Von den Auswirkungen der starken Krisenhaftigkeit kapitalverwertungsbestimmter Großforschung sind die westdeutschen Wissenschaftler bisher weitgehend verschont geblieben; in den USA dagegen wurden, besonders im Zusammenhang mit Kürzungen des NASA-Etats, riesige Forschungsanlagen verschrottet, so daß bei hochqualifizierten Wissenschaftlern eine Massenarbeitslosigkeit eintrat.[50] (Allein von 1969 bis 1970 stieg die Zahl arbeitsloser Akademiker mit Spezialausbildung in den USA um über 40% auf insgesamt 400 000 an.)[50]

V.2 Steuerung der Wissenschaftsentwicklung

Die folgenden Kapitel behandeln in lockerem und unsystematischem Zusammenhang verschiedene durch die BRD-Kernforschungspolitik nahegelegte Probleme der Wissenschaftssteuerung. Wir diskutieren zunächst einige für Wissenschaftssteuerung wichtige Aspekte der innerwissenschaftlichen Sozialstruktur[51] und der (Nicht-)Vorhersehbarkeit der Produkte wissenschaftlicher Arbeit.[52] Es folgen Überlegungen über Erfolg und Grenzen der Wissenschaftssteuerung im Rahmen der BRD-Atompolitik im allgemeinen[53] sowie über die Rolle wissenschaftlicher Interessenvertretung bei der Entstehung der GSI.[54]

V.2.1 Das »science affairs establishment«

Die Tatsache, daß innerhalb der Wissenschaft äußerst elitäre und hierarchische Sozialstrukturen bestehen, gehört seit längerem zu den Gemeinplätzen der Forschungssoziologie. Die vorliegende Studie liefert weiteres Anschauungsmaterial für diese Gegebenheiten.

Die der nuclear physics community innerhalb der BRD-Atomkoalition weitgehend zugestandene wissenschaftliche Selbststeuerung wurde von einer kleinen Elite – im wesentlichen von den im AK II/1 vertretenen Wissenschaftlern[55] – wahrgenommen. Auch die der Entstehung der GSI vorausgegangenen wissenschaftspolitischen Initiativen, Planungen und Entscheidungen lagen in den Händen kleiner Gruppen einflußreicher Wissenschaftler.

Die wissenschaftliche Elite rekrutiert sich vor allem aus Direktoren der traditionell ausgeprägt hierarchisch strukturierten naturwissenschaftlichen Institute an Universitäten und Forschungszentren. Sie besitzt institutionalisierte Verfügungsgewalt über die lebendigen und die vergegenständlichten wissenschaftlichen Produktivkräfte (Wissenschaftler und Forschungsgeräte) und stellt das Koppelglied dar zwischen der scientific community und ihren äußeren Koalitionspartnern Staat und Wirtschaft. Die wissenschaftliche Elite repräsentiert die Wissenschaft nach außen und nach innen. Sie vermittelt Staat und Wirtschaft die als Grundlage von wissenschaftspolitischen und Kapitalverwertungs-Strategien benötigten Informationen über wissenschaftliche Gegebenheiten und Entwicklungstendenzen. Sie vertritt und begründet die Wünsche und Interessen der Wissenschaft[56] nach außen, wobei sie mehr oder weniger taktisch auf die Interessen ihrer Geldgeber einzugehen sucht. Nach innen kontrolliert und lenkt die Elite die Tätigkeit der scientific community. Sie bestimmt über die Inhalte von Forschungsprozessen und über die Entfaltungsmöglichkeiten der in abhängigen Stellen wissenschaftlich Arbeitenden. Sie vermittelt die Wünsche und Interessen von Staat und Wirtschaft in das Wissenschaftssystem hinein. Damit ist die wissenschaftliche Elite das entscheidende Vermittlungsorgan bei der Organisierung und Durchführung solcher arbeitsteiliger vergesellschafteter Produk-

tionsprozesse, die die Tätigkeit von scientific communities einschließen.

Die Stellung der Elite sowie ihre inneren und äußeren Kooperationsbeziehungen sind an das Vorhandensein ausreichender Legitimationen gebunden. Die Bedingungen für Entstehen und Stabilität wissenschaftlicher Eliten sind – nicht zuletzt für die Beteiligten selber – nur schwer durchschaubar. Die Physik zeichnet sich gegenüber »weichen« Wissenschaften vor allem dadurch aus, daß sie über eine kumulative Tradition gesicherten Wissens und der Methoden zu seiner Gewinnung verfügt. Diese Gegebenheiten dürften günstige Voraussetzungen für sozialen Immobilismus und Hierarchienbildung darstellen. Jedenfalls muß die Elite innerhalb der scientific community ein hinreichendes und glaubhaft ihren wissenschaftlichen Leistungen und Erfahrungen zurechenbares Ansehen besitzen, um gegenüber den abhängig wissenschaftlich Arbeitenden als Führungsorgan fungieren zu können. Doch spielen auch wissenschaftsexterne Faktoren, wie Anpassung an die Standards gesellschaftlich herrschender Gruppen, Verbindungen zu einflußreichen Persönlichkeiten aus Wirtschaft und Staatsverwaltung, für das Entstehen von Autorität innerhalb des Wissenschaftssystems eine wichtige Rolle.[57] In diesem Zusammenhang ist bemerkenswert, daß ein erheblicher Teil der die Wissenschaft lenkenden Elite selbst nur noch in geringem Maße mit fachwissenschaftlicher Arbeit im engeren Sinne befaßt ist und hauptsächlich Managementfunktionen wahrnimmt. Die Tendenz zur Herausbildung einer mehr wissenschaftspolitisch als fachwissenschaftlich tätigen Elite ist – bedingt durch den großen Umfang staatlicher Forschungsaufwendungen, besonders für militärische Rüstung – in den USA bereits weit fortgeschritten. Sie hat ihren adäquaten Niederschlag in der Begriffsbildung »science affairs establishment« (Wright) gefunden.[58] Wright bezweifelt, daß Leute mit nur fachwissenschaftlicher Ausbildung, wie sie bisher das »science affairs establishment« gebildet haben, überhaupt die für die Organisierung der Wechselwirkung der scientific community mit ihrer gesellschaftlichen Umwelt erforderlichen Qualifikationen besitzen; er fordert für diese Aufgaben eine spezifische professionelle Kompetenz und entsprechende Spezialausbildung.[59]

Im übrigen ist empirisch nachgewiesen, daß auch die innerwissenschaftlicher Legitimation von Eliten dienende wissenschaftliche Reputation sich keineswegs ausschließlich an wissenschaftlicher Leistung und Erfahrung bemißt. Vielmehr ernten verschiedene Wissenschaftler für vergleichbare wissenschaftliche Leistungen um so höhere Reputation, je höher sie bereits in der Hierarchie der scientific community stehen (»Matthäus-Effekt«).[60/61]

Die Außenbeziehungen der Wissenschaft – die Zusammenarbeit der Spitzen innerhalb der Hierarchie der scientific community mit Staatsverwaltung und Wirtschaft – sind einerseits abhängig davon, inwieweit die Elite die Interessen der Wissenschaft legitimieren kann (etwa mit Argumenten, die die Relevanz der von ihr gewünschten wissenschaftlichen Aktivitäten für politische und wirtschaftliche Zielsetzungen behaupten, z. B. Ausbildung für atomwirtschaftlich wichtige Berufe durch Frontforschung[62]). Zum anderen hängen sie ab von der Kooperationsbereitschaft der wissenschaftlichen Elite für von Staat und Wirtschaft verfolgte Ziele. Die Kooperationsbereitschaft ist daran geknüpft, daß die wissenschaftslenkenden Behörden und die an Wissenschaftsverwertung interessierten Kapitalvertreter glaubhaft Zielvorstellungen anbieten können, mit denen sich die Wissenschaftselite identifizieren kann (z. B. technokratische Fortschrittskonzepte); oder daran, daß die Wissenschaftselite zur Verwirklichung ihrer eigenen Zielvorstellungen zu einer Zusammenarbeit genötigt ist (z. B. indem nur dadurch überhaupt Geld für Wissenschaft zu bekommen ist).

Für die sehr bereitwillige Mitarbeit der Kernforscher-Elite in der BRD-Atomkoalition dürfte bereits der erste der beiden genannten Faktoren ein ausreichender Beweggrund gewesen sein. Viele führende Kernphysiker betrachten die zivile Nutzung der Kernenergie als einen der Physik zu dankenden Segen für die Menschheit. Ein Bewußtsein von ihrer Rolle als Hilfsassistenten für die Kapitalakkumulation ist demgegenüber kaum vorhanden.

V.2.2 Zur Steuerung von Grundlagenforschung

Vielfach wird, nicht zuletzt von den betroffenen Wissenschaftlern selbst, die Steuerbarkeit von Grundlagenfor-

schung verneint. Die Grundlagenforschung ziele auf neue Erkenntnisse, die ihrer Natur nach nicht vorhersehbar, damit aber auch nicht planbar seien. Dieses Argument erscheint zwingend, doch enthält es eine verkürzte Auffassung von Grundlagenforschung. Diese entstammt der fachwissenschaftlich verengten Perspektive und dem verbreiteten Selbstverständnis derjenigen, die selbst in der Grundlagenforschung tätig sind. Für sie bestehen – verständlicherweise – Aufgabe und Ergebnis der Grundlagenforschung vor allem im Gewinn neuer Erkenntnisse. Tatsächlich entstehen aber, auch wenn dies von den wissenschaftlich Arbeitenden selbst gar nicht beabsichtigt sein mag, in der Grundlagenforschung nicht nur neue Erkenntnisse, sondern noch andere Produkte, auf die sich ein wissenschaftspolitisches Interesse richten kann und oftmals richtet.

Wir haben gezeigt[63], daß die in der BRD nach 1955 vorgenommene planmäßige Entwicklung der Kernforschung nicht primär auf den Gewinn wissenschaftlicher Erkenntnisse oder Theorien zielte; diese sind ja in der Tat nur sehr bedingt vorherzusehen. Vielmehr verfolgte sie vor allem die Absicht, die für die Entwicklung und das Funktionieren einer Atomwirtschaft unerläßlichen qualifizierten Arbeitskräfte bzw. deren Ausbilder bereitzustellen. Im Mittelpunkt der mit der Kernforschungslenkung verfolgten wissenschaftspolitischen Strategie stand also die durch Teilnahme an Kernforschung ermöglichte Ausbildung, nicht die dabei auch anfallenden neuen kernphysikalischen Erkenntnisse.

Um die Steuerbarkeit von Grundlagenforschung, also die Möglichkeit ihrer Entwicklung gemäß extern gesetzter Zwekke, zu analysieren, ist nicht von den Zielen der Grundlagenforschung treibenden Wissenschaftler auszugehen, sondern von einer Topik ihrer wirklichen Produkte. Wir gewinnen induktiv folgenden Katalog der Produkte von Grundlagenforschung:[64]

(i) Wissen (Theorien, Methoden, Informationen).
(ii) Forschungsprobleme.
(iii) Forschungsinstrumente.
(iv) Technologisches und apparatives know how (»spin off«).
(v) Qualifizierte Arbeitskräfte bzw. deren Ausbilder.
(vi) Scientific community.

Die Produkte (i) bis (v) dürften ohne weiteres einleuchten und im übrigen durch die in der vorliegenden Studie dargestellten Entwicklungen in Kernforschung und Kernforschungspolitik hinreichend empirisch belegt sein. Daß auch die scientific community, die gemeinhin als Produzent von Grundlagenforschung angesehen wird, hier unter ihren Produkten auftaucht, soll dagegen kurz begründet werden. Die scientific community erhält und reproduziert sich als solche nur, indem ihre Mitglieder (bzw. solche, die es werden wollen) auch wirklich Grundlagenforschung treiben; daher ist eine fungierende scientific community auch als ein Produkt von Grundlagenforschung anzusehen.

Die Steuerbarkeit der Grundlagenforschung ist unterschiedlich bei ihren verschiedenen Produkten.

(i), (iv): Neues Wissen sowie technologisches und apparatives know how können nicht inhaltlich vorausgeplant werden. Planbar ist dagegen der Phänomenbereich (z. B.: Atomkerne), in dem neues Wissen, technologisches und apparatives know how gewünscht werden. Damit eröffnet sich hinsichtlich der Produkte (i) und (iv) die Möglichkeit einer »phänomenorientierten« Steuerung.[65]

(ii), (iii): Neue Forschungsprobleme und neue Forschungsinstrumente können teilweise vorausgeplant werden; zumindest aber ist auch hier eine phänomenorientierte Steuerung möglich.

(v), (vi): Die Erzeugung qualifizierter Arbeitskräfte bzw. deren Ausbilder sowie die Entwicklung einer nationalen scientific community bestimmter Größe (z. B. in verwertungsrelevanten Bereichen) sind steuerbar.[66]

Im Vergleich zu angewandter Forschung, technischer Entwicklung und industrieller Innovation, wo konkrete gebrauchswertbezogene Zielvorgaben gemacht werden können (z. B.: Kernkraftwerk mit konkurrenzfähigen Stromerzeugungskosten), ist allerdings der Zusammenhang der Produkte der Grundlagenforschung mit gesellschaftlichen Zielen sehr viel vermittelter. So ist z. B. die Erzeugung qualifizierter Arbeitskräfte durch Teilhabe an Kernforschung nicht direkt ein gesellschaftliches Ziel, sondern nur ein im Zusammenhang des vorgegebenen Ziels »konkurrenzfähiges Kernkraftwerk« anzustrebendes Teilziel. Weiterhin sind die gegenwärtig vor-

handenen Kenntnisse über den Zusammenhang zwischen Art und Umfang von Grundlagenforschung einerseits und Qualität und Quantität der dabei entstehenden Produkte andererseits selbst bei den am besten voraussehbaren Produkten (qualifizierte Arbeitskräfte und scientific community) noch recht grob und nicht hinreichend für eine detaillierte quantitative Planung. Hinzu kommt, daß wegen der unter kapitalistischen Bedingungen anarchisch voranschreitenden Technikentwicklung künftige Qualifikationsanforderungen nur beschränkt vorhersehbar sind. Diese Gegebenheiten führen in der Praxis staatlicher Wissenschaftspolitik zu einer erheblichen Planungsunsicherheit. Diese schlägt sich z. B. darin nieder, daß als Begründung für die Förderung von Grundlagenforschung häufig gar nicht mehr konkrete Ziele oder dafür benötigte Produkte genannt werden, ja, daß sogar die Möglichkeit einer entsprechenden Ausrichtung von Grundlagenforschungspolitik überhaupt bestritten wird. Statt dessen wird dann die Förderung von Grundlagenforschung damit begründet, daß sie als »Humusboden« für wissenschaftlich-technischen Fortschritt insgesamt unerläßlich sei.[67] Aufgrund der zunehmenden inneren und äußeren Vergesellschaftung der Wissenschaftsentwicklung[68] kann diese nicht mehr durch die bewußtlos sich vollziehende Addition einer Vielzahl von Präferenzentscheidungen einzelner autonomer Forscher gesteuert werden, sondern nur noch durch planmäßige Aktion, eben durch Wissenschaftspolitik. Diese bestimmt die Entfaltungschancen wissenschaftlicher Disziplinen. Sie kann ohne deren spezifische Fachkompetenzen nicht gestaltet werden, doch sind diese nicht hinreichend für eine strategische Steuerung der Wissenschaftsentwicklung.[69] Daher beginnt die Wissenschaftssteuerung selbst zum Gegenstand wissenschaftlicher Bemühungen zu werden.[70] Diese können u. E. sinnvoll und praktisch folgenreich nur in enger Symbiose mit den disziplinären scientific communities betrieben werden.[71] Das aber stößt bei den disziplinären Eliten auf Widerstand; vermutlich deswegen, weil diese – sicherlich nicht zu Unrecht – fürchten, daß ihre ausschließlich fachsystematisch ausgerichteten Forschungsinteressen unter Legitimationszwang bei einer nicht schon fachwissenschaftlich restringierten Öffentlichkeit geraten könnten.

V.2.3 Möglichkeiten und Restriktionen rationaler FEI-Politik

Die Atompolitik in der BRD ist, auf eine summarische Formel gebracht, sehr erfolgreich gewesen. Von einigen Schwierigkeiten abgesehen gelang es weitgehend, realistische Teilziele für den Aufbau einer Atomwirtschaft festzulegen und diese auf der Grundlage umfassender und differenzierter Programmierungen auch zu erreichen.[72]

Wir haben bereits darauf hingewiesen, daß die erzielten Erfolge im wesentlichen ermöglicht wurden durch eine lange andauernde ökonomische Prosperität, durch eine weitgehende Interessenidentität der die Atomkoalition tragenden »Subsysteme« Wirtschaft, Staatsverwaltung und Wissenschaft sowie durch die Gelegenheit, an die Erfahrungen des weiter fortgeschrittenen Auslandes anzuknüpfen und diese teilweise zu imitieren.

Beweisen die Erfolge darüber hinaus, daß unter kapitalistischen Bedingungen so etwas wie konsistente politische Planung möglich ist? Dies ist nicht der Fall. Die mit der Zielsetzung »Aufbau einer zivilen Atomwirtschaft« gegebenen Problemstellungen lagen weit unterhalb der für politische Planung charakteristischen Komplexität. Es handelte sich um eine nur »sektorale« Programmierung. Von Anfang an gab es ein fest vorgegebenes konkretes Ziel, nämlich den Aufbau industrieller Produktionskapazitäten zur Erzeugung marktgängiger Kernkraftwerke samt allen zum Betrieb erforderlichen Hilfseinrichtungen und -diensten (insbesondere Brennstoffkreislauf). Die zur Erreichung dieses Ziels zu lösenden politischen Probleme waren nur planungstechnisch-koordinierender und finanzieller Natur. Immerhin erforderte die Lösung der planungstechnischen Probleme die Herstellung eines sektoralen Verbundsystems aus Wirtschaft, Staatsverwaltung und Wissenschaft. Der zügige Aufbau und die umfassende, differenzierte und erfolgreiche Planungs- und Lenkungstätigkeit des zentralen atompolitischen Lenkungsapparates beweisen, daß auch unter kapitalistischen Bedingungen die organisatorischen Voraussetzungen für eine zunehmend und über die den Einzelkapitalen verfügbaren Möglichkeiten hinausgehende vergesellschaftete Produktion geschaffen wer-

den können. Restriktionen für Wissenschaft und Technik einschließende vergesellschaftete Produktion sind also nicht schon deshalb zu erwarten, weil die erforderliche Kommunikation und Koordination der qualitativ unterschiedlichen Informationen und Strategien von Wirtschaft, Staatsverwaltung und Wissenschaft im Rahmen privatkapitalistischer Produktionsverhältnisse nicht ausreichend zu gewährleisten wären. Der Verlauf der BRD-Atompolitik legt vielmehr den Schluß nahe, daß die unter dem Druck der Weltmarktkonkurrenz zu forcierter Innovation gezwungenen Einzelkapitale eine erhebliche Initiative und Virtuosität bei der Schaffung von den stofflich-technischen Erfordernissen der Produktion entsprechenden vergesellschafteten Handlungsstrukturen entwickeln; auch dann, wenn diese nicht mehr in kapitalistischer Form, nämlich als Kapitalverwertung, organisierbar sind.

Eine ganz andere Frage ist allerdings, inwieweit das organisierbare planungstechnische Potential auch eine (im planungstechnischen Sinne) »rationale« Innovationspolitik zur Folge hat. Da nicht die BRD-Atompolitik als ganze Gegenstand der vorliegenden Studie ist, sondern nur eine ihrer Komponenten, nämlich die Kernforschungspolitik, wollen wir diese Frage nur im Hinblick auf letztere diskutieren.[73] Zuvor aber wollen wir wenigstens durch einige Beispiele belegen, daß das faktische Wirksamwerden »rationaler« atompolitischer Planung von Konstellationen abhängt, die sich einer Planung prinzipiell oder faktisch entziehen.

So waren die ersten westdeutschen Reaktorprogramme mehr durch die Konkurrenzverhältnisse der an der Kernenergieverwertung interessierten Monopolgruppen als durch wissenschaftlich-technische Gesichtspunkte bestimmt.[74] Bis in die 60er Jahre hinein scheiterten Bemühungen der Staatsverwaltung, zur Vermeidung von Doppelarbeit und Vergeudung von Ressourcen die an der Kernenergieverwertung interessierten Monopolgruppen zu einer engen Zusammenarbeit zu bringen.[75] Da die Atompolitik nicht in eine umfassendere Energiepolitik eingebettet war, gab es erhebliche Konflikte zwischen Atomwirtschaft und Kohlebergbau.[76] Projekte, die in internationaler Zusammenarbeit betrieben wurden, gerieten regelmäßig dann in Krisen, wenn sie in die Nähe indu-

strieller Verwertung rückten, da dann die Konkurrenz verschiedener Monopole übermächtig wurde.[77] Schließlich dominieren bei der Ausgestaltung der Kernenergietechnik Gesichtspunkte profitabler Kapitalverwertung gegenüber langfristigen gebrauchswertorientierten Aspekten wie Sicherheit und Umweltschutz.[78]

Wie sind nun die Möglichkeiten und Restriktionen rationaler Planung im Bereich der Kernforschungspolitik zu beurteilen? Dazu wollen wir folgende These formulieren, die auch hinsichtlich der Entwicklung anderer wissenschaftlicher Disziplinen im Kontext verwertungsorientierter Innovationsstrategien verallgemeinerbar sein dürfte.

Es gelingt in der Phase der Initiativen und der Entscheidungsvorbereitung sehr weitgehend, umfassenden wissenschaftlich-technischen Sachverstand zu mobilisieren und eine weitgehende Optimierung der verschiedenen mit der Einleitung eines Wissenschaftsprojektes verbundenen Aspekte zu erreichen. Dies gewährleistet aber keineswegs ein rationales Entscheidungshandeln im Bereich der FEI-Politik. Vielmehr fallen die endgültigen Entscheidungen – wenn sie nur eine hinreichende finanzielle Größenordnung und wissenschaftspolitische Relevanz besitzen – in einem durch allgemeine wirtschaftliche und politische Zwänge abgesteckten Rahmen unter weitgehender, u. U. vollständiger Ignorierung der zuvor erarbeiteten sachbezogenen Entscheidungsgrundlagen.

Diese These wurde auf Befragen des Verfassers von mehreren erfahrenen Praktikern der Wissenschaftspolitik bestätigt, u. a. »aus vollem Herzen« von Frau Dr. von Bila (langjährige Leiterin der Hochschulabteilung im hessischen Kultusministerium und Mitbeteiligte bei der Entstehung der GSI).[79] Weitere exemplarische Belege liefert unsere Untersuchung über die BRD-Kernforschungspolitik und insbesondere über die Entstehung der GSI.

Bei einer Würdigung des Entstehungsprozesses der GSI im ganzen fällt zunächst auf, daß innerhalb eines komplexen Initiativ- und Planungsprozesses in sehr umfassender Weise der in der BRD verfügbare einschlägige Sach- und Fachverstand mobilisiert werden konnte. Es wurden intensive Debatten in informellen Wissenschaftlergruppen und in Gremien des zentralen atompolitischen Lenkungsapparates geführt, in

denen ausführlich die verschiedenen, hinsichtlich eines Aufbaus der Schwerionenforschung relevanten Aspekte behandelt worden sind: Forschungsprogramme, apparative Probleme und Alternativen, institutionelle Probleme (Ausbau von Forschungszentren versus universitäts-naher Forschungskapazitäten; Hochschulentwicklung hinsichtlich Forschung und Lehre), Organisationsfragen, Standortfragen, Kosten- und Finanzierungsprobleme, rechtliche Fragen, allgemeine Funktionsbestimmung von Wissenschaft und Forschung im gesamten Kontinuum von Grundlagenforschung bis zur industriellen Auswertung.

Nachdem also in den vorbereitenden Phasen umfassende rationale Erwägungen und Planungen über Zwecke und Mittel in Gang gesetzt werden konnten, erfolgte dann das abschließende Entscheidungshandeln durch die Staatsverwaltung in einer weitgehend irrationalen Weise, teilweise unter völliger Absehung von den zuvor erarbeiteten sachbezogenen Kriterien, ja in direktem Gegensatz zu ihnen. Sowohl die starken Verzögerungen der GSI-Gründung aufgrund parteipolitisch organisierter konkurrierender Interessen in der Standortfrage 1968/69[80] als auch die durch Wirtschaftskrise und Finanzknappheit bedingten starken Verzögerungen des wissenschaftspolitischen Planungsprozesses 1967/68 – während der UNILAC bereits Anfang 1967 baureif und seine Errichtung im Rahmen eines kernphysikalischen Zentrums in Hessen bereits im Januar 1967 vom AK II/1 empfohlen wurde, kam das entscheidende wissenschaftspolitische Beratungsverfahren erst im Sommer 1968 in Gang – bieten ein Beispiel für nicht aus der scientific community hervorgegangene Restriktionen rationalen wissenschaftspolitischen Entscheidungshandelns.

Eine generelle Restriktion von im weiten Sinne rationaler, d. h. auf gesellschaftliche Bedürfnisse und Entwicklungsziele bezogener FEI-Politik besteht darin, daß die an ihrer Ausgestaltung beteiligten Gruppen sich strategisch allesamt nicht an Gebrauchswertkalkülen orientieren. Während – grob gesprochen – die beteiligten Monopolgruppen partikulare und die Staatsverwaltung globale Kapitalverwertungsinteressen vertreten, lassen sich die wissenschaftlichen Eliten von ihren innerwissenschaftlich bestimmten Prestige- und Forschungsin-

teressen leiten. Das Parlament, dem nach bürgerlicher Ideologie die Rolle eines Sachwalters kollektiver Bedürfnisse zukommen soll, ist auf die Wissenschaftspolitik aus verschiedenen Gründen ohne merklichen Einfluß.[81] Die die wissenschaftlich-technischen Aspekte von Innovationsvorhaben, wie z. B. der Kernenergienutzung, repräsentierenden wissenschaftlichen Eliten fungieren nicht nur, wie es ihre offzielle Rollenzuweisung vorsieht[82], als sachneutrale Experten und Berater, die lediglich Entscheidungsgrundlagen bereitstellen. Sie sind vielmehr als unmittelbar durch die innovationspolitischen Entscheidungen in ihren Handlungs- und Entfaltungsmöglichkeiten Betroffene gleichzeitig höchst partikularistische Interessenvertreter[83], die sich in ihren Außenbeziehungen von ihren Interessen an fortgeschrittensten wissenschaftlichen Produktionsmitteln und optimalen Wachstumschancen der von ihnen vertretenen disziplinären scientific communities leiten lassen. Damit ist aber auch der zur Festlegung und Ausgestaltung einer Innovationspolitik erforderliche Transformationsprozeß der Strategien der beteiligten »Subsysteme« Wirtschaft, Staatsverwaltung und Wissenschaft keine Abfolge reiner »Sachentscheidungen«, sondern enthält Elemente machtvermittelter Interessendurchsetzung. »Entscheidungsvorbereitung« und »Entscheidungsfällung«, »Beratung« und »Interessenvertretung« sind praktisch kaum zu trennen.[84] Die Ziele eines Subsystems sind für ein anderes Subsystem nur Mittel, um eigene (qualitativ andere!) Ziele zu verwirklichen; so sind z. B. Wirtschaft und Staatsverwaltung nicht an »gesichertem Wissen«, dem Systemziel der Wissenschaft, als solchem interessiert, sondern nur an dessen Verfügbarkeit für ihre eigenen Ziele. Daher bietet die »Divergenz der Systemziele tatsächlich die Basis eines potentiellen Konflikts zwischen den Erfordernissen des Wissenschaftssystems und denen des politischen Systems«[85] und stellt eine Restriktion dar für im planungstechnischen Sinne rationale FEI-Politik.

Aufgrund der unzureichenden Kenntnisse über die Produkte von Grundlagenforschung[86] kann die im Zusammenhang eines gegebenen Standes von Kerntechnik und Atomwirtschaft und bestimmter anvisierter Entwicklungsziele »optimale« Qualität und Quantität der nuclear physics community einstweilen noch nicht auf der Grundlage gesicherten Wissens,

etwa über die erforderlichen künftigen Arbeitskraftqualifikationen einerseits und der durch Teilhabe an Frontforschung bzw. auch anderweitig (und möglicherweise billiger und besser!) zu erzeugenden Qualifikationen andererseits, bestimmt und strategisch gesteuert werden. In diesem Zusammenhang ist die Wissenschaftspolitik weiterhin auf internationalen Vergleich (etwa hinsichtlich des prozentualen Anteils der Fördermittel für Grundlagenforschung an den gesamten Aufwendungen eines Staates für Atompolitik) und auf die »Beratung« von Experten angewiesen. Da es keine »Ober-Experten« gibt, die deren Tätigkeit kontrollieren könnten, und da eine für die praktische Anwendung in der Wissenschaftssteuerung brauchbare Forschungswissenschaft einstweilen nicht existiert[87], ist eine partikulare Interessenvertretung innerhalb der konkreten Entscheidungsprozesse in dem Sinne, daß die »beratenden« Fachwissenschaftler einen höheren Anteil an den Fördermitteln für Grundlagenforschung zu erlangen suchen, als unter den Gesichtspunkten ihrer Hilfsfunktion für wissenschaftsexterne Ziele erforderlich ist, praktisch nicht auszuschließen. Die Festlegung des Gesamtbudgets für eine Wissenschaftsdisziplin in Relation zu mehr angewandt orientierten Ausgaben im Rahmen einer Innovationsstrategie sowie in Relation zu anderen um die immer knappen Fördermittel konkurrierenden Disziplinen ist sehr problematisch und vorerst planungstechnisch nur bedingt rationalisierbar.[88] Dagegen ist die Steuerung der Wissenschaftsentwicklung innerhalb einer Disziplin weitgehend unproblematisch.[89]

Eine weitere Restriktion für eine rationale, an öffentlichen Interessen orientierte Wissenschaftssteuerung wie auch für eine betriebswirtschaftliche Rationalisierung und Effektivierung des Wissenschaftslenkungsprozesses stellt die relative Nicht-Öffentlichkeit des wissenschaftspolitischen Entscheidungshandelns dar. Die Sitzungen aller Gremien des bis zum Herbst 1971 amtierenden zentralen atompolitischen Lenkungsapparates waren nichtöffentlich und vertraulich; das gleiche gilt für alle Niederschriften über Beratungen, Beschlüsse etc.[90] Die Gremien konnten allerdings zu ihren Sitzungen Sachverständige hinzuziehen. Damit kann den sachlich-technischen Erfordernissen der Entscheidungsprozesse Rechnung getragen werden, nicht aber den Mitwirkungs- und

Kontrollbedürfnissen einer nicht schon in einem engen Sach- und Interessenhorizont restringierten und funktionalisierten Öffentlichkeit. Dieser Tatbestand wurde selbst von Forschungsminister Ehmke zugegeben. In den Mitteilungen aus dem BMFT vom 22. 2. 73 schrieb er: »[...] mit der Beteiligung der Öffentlichkeit im Prozeß der Forschungsplanung befinde man sich im Experimentierstadium [...]. Über die Information einer begrenzten Fachöffentlichkeit sei man bis jetzt nicht hinausgelangt.«

An der von sozialdemokratischen Wissenschaftspolitikern geforderten »Transparenz« der Beratungsverfahren wird von konservativer Seite kritisiert, daß bei transparenten und öffentlichen Beratungsverfahren niemand mehr den Mund aufmachen würde, um seine ökonomischen Interessen nicht zu gefährden. Diese Kritik erscheint sehr plausibel. Die kapitalistische Konkurrenzwirtschaft wie auch die fachbornierten Interessen wissenschaftlicher Eliten erweisen sich damit sehr konkret als Hemmschuh einer wirklich demokratischen öffentlichen Meinungs- und Willensbildung über Ziele und Wege der FEI-Politik.

V.2.4 Ausbildung durch Frontforschung?

Wir haben gezeigt, daß die staatliche Förderung der Kernforschung nach 1955 vor allem das Ziel verfolgte, die für eine Atomwirtschaft benötigten qualifizierten Arbeitskräfte (Wissenschaftler, Techniker, Ingenieure) bzw. deren Ausbilder heranzubilden. Dementsprechend haben in den wissenschaftspolitischen Diskussions- und Entscheidungsprozessen Ausbildungsargumente stets eine wichtige Rolle gespielt.

Die im zentralen atompolitischen Lenkungsapparat vertretenen Kernphysiker haben zur Begründung für aufwendige Forschungsvorhaben und für die Beschaffung von Großgeräten für die Forschung gegenüber den Geldgebern aus Staatsverwaltung und Wirtschaft immer wieder das Argument vom wichtigen und unersetzbaren Wert kernphysikalischer Frontforschung für die qualifizierte Nachwuchsausbildung gebraucht. Auch die hessischen Kernphysiker haben bei ihren Initiativen und Bemühungen um die Errichtung eines Schwerionenbeschleunigers nach außen stets mit Ausbildungsge-

sichtspunkten argumentiert.[91] Dabei gingen sie so weit, das von ihnen ins Auge gefaßte Schwerionenprojekt als »Ausbildungszentrum« zu bezeichnen, obwohl es ihnen um ein avantgardistisches Forschungsgerät ging, das alle seinerzeit in der internationalen nuclear physics community vorhandenen Beschleuniger bei weitem übertraf und den international fortgeschrittensten Projektentwürfen in den USA und der UdSSR zumindest ebenbürtig war.

Der Verdacht liegt nahe, daß die Argumente von der Ausbildungsfunktion der Frontforschung von den Kernphysikern vor allem taktisch gebraucht werden und eine Interessenvertretung der nuclear physics community nach außen, insbesondere gegenüber potentiellen Geldgebern, darstellen. Die nuclear physics community begründet und legitimiert ihre Tätigkeit nach außen mit anwendungs- und verwertungsnahen Gesichtspunkten, da sie nur so hoffen kann, ihre Wünsche nach der immer kostspieliger werdenden Ausstattung mit Frontforschungsgeräten erfüllt zu bekommen.[92]

Der Nachweis für diese Vermutung ist schwer zu führen. Die Argumente über die unersetzliche Ausbildungsfunktion der Frontforschung werden – und das macht ihre Stärke und Durchschlagskraft aus – gerade von denen vertreten, die nicht zuletzt kraft ihrer wissenschaftlichen Reputation als Repräsentanten der nuclear physics community akzeptiert sind und als berufene Experten für derlei Fragen gelten. Überdies gehört die enge Verbindung von Forschung und Ausbildung (Lehre) seit Beginn des 19. Jahrhunderts zu den charakteristischen Merkmalen des deutschen Universitätssystems. Wir werden im folgenden nicht versuchen, die These von der unersetzlichen Ausbildungsfunktion der Frontforschung zu widerlegen, sondern lediglich einige Hinweise und Überlegungen anführen, die, wie wir meinen, ihren Protagonisten eine erhebliche Beweislast aufbürden.

Ein Indiz dafür, daß die Ausbildungsfunktion der Frontforschung fragwürdig ist, liefert die Kontroverse um den Standort der GSI. Dabei wurde von einer Gruppe Heidelberger Physiker, die denselben Expertenstatus für sich beanspruchen können wie die hessischen Kernphysiker, die Argumentation der KAH kritisiert: »Die Ausführungen über die Wechselbeziehungen zwischen Großforschung und der Ausbildung von

Kernphysikern erscheinen spekulativ und mehr als problematisch.«[93] Es liegt auf der Hand, daß die Teilnahme an Frontforschung zunächst einmal für Forschungstätigkeit selbst ausbildet. Allerdings hat nur ein kleiner Teil der Physiker (unter 20%)[94] die Chance, nach beendeter Ausbildung weiterhin in der Grundlagenforschung tätig zu sein. Der weit überwiegende Teil wird stark angewandt orientierte Berufsrollen einnehmen müssen. Für die dabei gestellten Anforderungen sind jedoch fachsystematische Qualifikationen, wie sie durch die traditionelle Hochschulausbildung (einschließlich Teilhabe an Frontforschung) vermittelt und durch Examensarbeiten und akademische Prüfungen nachgewiesen werden[95], immer weniger ausreichend. Demgegenüber nimmt die Bedeutung interdisziplinärer Qualifikationen und sogenannter »allgemeiner und peripherer Rollenelemente« zu.[96] Es ist zu bezweifeln, daß die Ausbildung durch Frontforschung diesen Anforderungen auch nur annähernd gerecht wird. Bisher jedenfalls fehlt jeder Beweis dafür, daß Frontforschung spezifische, über eng fachsystematische hinausgehende und nur so und nicht anders (z. B. billiger und besser) zu vermittelnde Qualifikationen erzeugt, die für Orientierung und Arbeit in der großen Mehrzahl naturwissenschaftlich-technischer Berufsrollen wichtig sind.

Es wäre eine lohnende Aufgabe, das Berufsschicksal von durch Teilhabe an kernphysikalischer Frontforschung Ausgebildeten empirisch zu untersuchen, um auf diese Weise Aufschluß über die Relevanz der durch diese Ausbildung vermittelten Qualifikationen bzw. durch sie bewirkten Qualifikationsdefizite für die Bewältigung beruflicher Anforderungen zu gewinnen.

V.2.5 Wer hat(te) welche Interessen an der GSI?

In der Entstehungsgeschichte der GSI haben Industrieleute eine sehr geringe Rolle gespielt. Alle wesentlichen Initiativen kamen von Wissenschaftlern aus Instituten der Grundlagenforschung. Dabei waren ausschließlich Überlegungen »wissenschaftsinterner« Natur maßgebend: Welche Forschungsprogramme sind wissenschaftlich reizvoll und vielversprechend? Welche Geräte und welche institutionellen Rahmen-

bedingungen sind zu ihrer Verfolgung erforderlich?

Zwar ist nicht auszuschließen, daß die Tätigkeit der GSI auch Erkenntnisse hervorbringen wird, die für die Nutzung der Kernenergie bedeutsam sein könnten (z. B. Erkenntnisse über die in Kernreaktoren auftretenden Spaltprodukte; Fortschritte bei den für den Brennstoffkreislauf wichtigen Verfahren der »heißen« Chemie; Erkenntnisse über das Verhalten von Werkstoffen bei starker Strahlenbelastung; Methoden zur schnellen Regelung schneller Brutreaktoren[97]). Doch sind solche anwendungsorientierten Gesichtspunkte weder für die Initiativen noch für die Entscheidungen zur Entstehung der GSI wichtig gewesen; diese orientierten sich ausschließlich am »Weltstandard« in experimenteller und theoretischer Kernphysik und deren apparativen Hilfsmitteln. Noch in dem vorläufigen Arbeitsprogramm der GSI vom Februar 1972 sind keinerlei »angewandte« Vorhaben enthalten.[98] In jüngster Zeit wurden zwar einige derartige Überlegungen angestellt, doch spielen sie nach wie vor eine ganz untergeordnete Rolle.[99] Man kann sagen, daß die Gewährung öffentlicher Mittel zum Aufbau von GSI einen großen Erfolg einer Interessenpolitik der nuclear physics community der BRD, insbesondere der sie repräsentierenden Elite, darstellt.

Die Entstehung der GSI wie die Entwicklung der Kernphysik mit Schwerionen insgesamt sind Beispiele für eine generelle Tendenz, daß nämlich wissenschaftlicher Fortschritt sich zunehmend maschinenorientiert vollzieht.[100] Mit dem von der GSI errichteten und zu betreibenden UNILAC-Beschleuniger wird die nuclear physics community der BRD für einige Jahre über international konkurrenzlose Hilfsmittel für experimentelle Schwerionenforschung verfügen, die eine sichere Gewähr bieten dürften, (teilweise spektakuläre) Erstexperimente und Erstentdeckungen in einem nur ihr zugänglichen Phänomenbereich machen zu können.[101] Damit wird GSI der westdeutschen nuclear physics community eine nach wissenschaftlichen Kriterien reizvolle und lohnende Arbeit und – nicht zuletzt – auch Brot geben.[102]

Was aber ist das Interesse von Staat und Wirtschaft an der Schwerionenforschung, das zur Hergabe öffentlicher Mittel von solcher Größenordnung – über 200 Mio. DM allein für die Aufbauphase! – Anlaß gibt? Welche Zwecke werden mit der

Schwerionenforschung verfolgt, wenn nicht rein wissenschaftliche, nämlich Erkenntnis um der Erkenntnis willen? Hat der Staat im Falle GSI als »selbstloser Mäzen« fungiert, der die Wissenschaft gewissermaßen als Kulturgut fördert, ähnlich wie Opernhäuser, Theater und Museen?

Wir wollen zeigen, daß diese berechtigten Fragen zu kurz greifen, wenn man sie unmittelbar auf die GSI bezieht, und daß sie sinnvoll nur auf die staatliche Förderung der kernphysikalischen Grundlagenforschung insgesamt und deren Bedeutung für eine auf Nutzung der Kernenergie für die Kapitalverwertung zielende Atompolitik zu beziehen sind. Es ist unbestritten, daß eine fungierende nuclear physics community bestimmter Qualität und Quantität notwendig ist als »Humusboden« für Kerntechnik und Atomwirtschaft, wobei durchaus die Gewinnung von qualifizierten Arbeitskräften bzw. Ausbildern gegenüber den von der nuclear physics community produzierten neuen Erkenntnissen im Vordergrund des die staatliche Förderung bedingenden Interesses steht. Problematisch ist die erforderliche bzw. optimale Größe der nuclear physics community. Da gesicherte quantitative Erkenntnisse über Erzeugung und Bedarf an Produkten der Grundlagenforschung nicht existieren, hat die als Berater für Kernforschungspolitik unentbehrliche Kernforscherelite die Möglichkeit, ihre Beraterfunktion für eine Interessenvertretung zu nutzen, um einen möglichst großen Anteil der für Atompolitik verfügbaren Finanzmittel in die Grundlagenforschung fließen zu lassen. Wenn allerdings auf der Basis interessenbehafteter Expertenberatung der Anteil des Grundlagenforschungsbudgets am Gesamthaushalt für Atompolitik einmal festgelegt ist – er betrug während der 60er Jahre immer ungefähr 40% –, ist bei den einzelnen damit angegebenen Projekten, wie etwa der GSI, die Frage nach Anwendung und Verwertung nicht mehr sinnvoll zu stellen. Die einzelnen Projekte sind vielmehr zunächst nur hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Tätigkeit der nuclear physics community insgesamt zu betrachten. Hier kommt der GSI die Funktion zu, avantgardistische Frontforschung zu ermöglichen. Beim gegenwärtigen Stand der Kernphysik wäre experimentelle Frontforschung zwar noch mit weniger Aufwand zu machen, doch dürften Investitionen von einigen 10% der

für GSI aufzubringenden Mittel das Minimum darstellen. Ein billigeres Gerät als der UNILAC würde notwendigerweise auch nur begrenztere Forschungsmöglichkeiten eröffnen und wäre damit auch nur für kürzere Zeit für die Frontforschung nutzbar.

Wenn man einmal die – wenn auch fragwürdige, so doch einstweilen nicht widerlegte – These von der essentiellen Bedeutung der Frontforschung für die Ausbildung der für die Atomwirtschaft und andere wissenschaftsfundierte Industrien benötigten wissenschaftlich-technischen Kader akzeptiert hat, dann muß man auch die Auswahl der Frontforschungsvorhaben weitgehend der nuclear physics community selbst überlassen und die wissenschaftlichem Fortschritt geschuldete Tatsache hinnehmen, daß Frontforschung immer aufwendiger wird.[103] Dies haben die in der BRD-Atompolitik maßgebenden Kreise aus Wirtschaft und Staatsverwaltung auch getan. Daß die der nuclear physics community der BRD gegebenen öffentlichen Finanzmittel von dieser zunächst weitgehend im Sinne einer Breitenförderung für die Beschaffung vieler »kleinerer« Beschleuniger und Forschungsreaktoren verwandt wurden, ab dem *2. Atomprogramm* und verstärkt dann im *3. Atomprogramm* aber zunehmend auf wenige kostspielige Schwerpunktvorhaben, wie etwa die GSI, konzentriert wurden, ist im wesentlichen Ergebnis einer an Kriterien aussichtsreicher Forschungsprogramme orientierten wissenschaftlichen Selbststeuerung.[104]

1 Zur Wechselbeziehung von kognitiven und sozialen Prozessen in der Wissenschaftsentwicklung vgl. u. a.: R. G. A. Dolby, *The sociology of knowledge in natural science.* In: B. Barnes (ed.), *Sociology of Science,* Harmondsworth/England 1972, p. 309 ff.; P. Weingart, *Wissenschaftlicher Wandel als Institutionalisierungsstrategie.* In: P. Weingart (Hrsg.), *Wissenschaftssoziologie 2,* Frankfurt 1974, p. 11 ff.; G. Böhme, *Die soziale Bedeutung kognitiver Strukturen. Ein handlungstheoretisches Konzept der scientific community,* Starnberg 1974 (unveröffentlichtes Manuskript).

2 Vgl. Autorenkollektiv am Institut für Philosophie der Karl Marx-Universität Leipzig, *Die Wissenschaft von der Wissenschaft,* Berlin 1968, insbesondere p. 100 ff.

3 Vgl. E. Bagge et al., *Von der Uranspaltung . . .,* a.a.O., p. 12; DFG (Hrsg.),

Denkschrift zur Lage der Physik, Wiesbaden 1958, p. 27 ff. – Ein klassisches universitäres Physik-Institut bestand aus einer Handvoll Wissenschaftlern, ebenso vielen Diplomanden und Doktoranden, sowie einem Glasbläser und einem Mechaniker.

4 Vielfältiges Anschauungsmaterial zu Formen und Ausmaß innerer Vergesellschaftung liefert der Bericht von R. Jungk über Entstehung, Aufbau und Tätigkeit von CERN: R. Jungk, *Die große Maschine,* Bern und München 1966.

5 Von daher kommt der Begriff des »autokatalytischen Wachstums« der Wissenschaft.

6 Vgl. p. 308.

7 Vgl. Anm. 92.

8 Vgl. die Personalstruktur der GSI, Anhang 32.

9 Vgl. Kapitel V.2.1.

10 M. Polanyi, *The republic of science.* In: *Minerva 1* (1962) 54.

11 Vgl. p. 298.

12 Daß für beschränkte Aufgabenstellungen projektierte wissenschaftliche Großgeräte ihr Einsatzfeld interdisziplinär ausweiten ist eine generelle Tendenz; vgl. *4. Atomprogramm,* p. 115.

13 Lt. Kuhn (*Die Struktur* ..., a.a.O.) gibt es Perioden »revolutionärer« Wissenschaft, in denen zunehmend in Widersprüche und Schwierigkeiten geratene Paradigmen aufgegeben und nach neuen, »besseren« Paradigmen gesucht wird. Ist ein neues Paradigma gefunden, so tritt die Wissenschaft wiederum in eine »normale« Periode stetigen Erkenntnisfortschritts ein.

14 Vgl. Kapitel II.2.1.

15 Siehe Kapitel V.2.2.

16 Vgl. J. D. Bernal, *Die Wissenschaft* ..., a.a.O.; R. Rübherdt, *Geschichte der Industrialisierung,* München 1972; F. W. Henning, *Die Industrialisierung in Deutschland 1800-1914,* Paderborn 1973.

17 Vgl. Kapitel II.1.2.

18 Vgl. Kapitel II.4 ff. und V.2.1.

19 Vgl. Kapitel II.4 ff.

20 J. Sobotta, *Das BMwF,* a.a.O., p. 23 ff.; *Bundesforschungsbericht IV,* p. 94 ff.

21 Vgl. Anhänge 1 und 2.

22 Vgl. J. Hirsch, *Wissenschaftlich-technischer* ..., a.a.O., p. 128 ff.

23 Zu ihrer Institutionalisierung in der BRD ist denn auch der Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, eine Wissenschaftsförderungsorganisation der Privatwirtschaft, initiativ geworden. In einem im Dezember 1973 vom Stifterverband herausgegebenen *Memorandum zur Förderung der Wissenschaftsforschung in der BRD* wird festgestellt: »Das praxisorientierte Ziel der Wissenschaftsforschung ist die Erarbeitung rationaler Grundlagen einer Wissenschaftspolitik [...]. [...] die sehr komplexe Beziehung zwischen Wissenschaftsinvestition und Wirtschaftswachstum (verlangt) eine viel sorgfältigere Koordination der Wissenschafts- mit der Wirtschaftspolitik [...]« (a.a.O., p. 3, p. 6).

24 »Little science« kann u. U. in einem im Rahmen äußerer Vergesellschaftung global gewährten Freiraum durchgeführt werden, innerhalb dessen dann nur noch wissenschaftsinterne Gesichtspunkte maßgebend sind; vgl. Kapitel II.4.3.1 f.

25 G. Böhme, *Über das Verhältnis des Wissenschaftlers zur Wissenschaftspolitik – Hierarchische und demokratische Wissenschaftspolitik.* In: W. Pohrt (Hrsg.), *Wissenschaftspolitik* . . ., a.a.O., p. 175 ff.

26 Siehe hierzu auch: I. S. Spiegel-Rösing, *Wissenschaftsentwicklung und Wissenschaftssteuerung,* Frankfurt 1973, p. 100 ff.; P. Bulthaup, a.a.O., p. 24 f.

27 Th. S. Kuhn, *Die Struktur* . . ., a.a.O.

28 St. Toulmin, *The evolutionary development of natural science, American Scientist 55* (1967) 456 (zitiert nach Böhme et al., a.a.O.).

29 G. Böhme, W. van den Daele, W. Krohn, *Alternativen in der Wissenschaft, Z. Soziologie 1/4* (1972) 302 (auch abgedruckt in Pohrt (Hrsg.), *Wissenschaftspolitik* . . ., a.a.O., p. 17 ff.).

30 G. Böhme, W. van den Daele, W. Krohn, *Die Finalisierung der Wissenschaft, Z. Soziologie 2/2* (1973) 128.

31 A.a.O., p. 129.

32 Als in der BRD besonders starke und erfolgreiche disziplinäre Interessenvertreter wären noch die Molekularbiologen zu nennen.

33 Eine solche Ausnahmesituation liegt beispielsweise vor nach einer Phase politisch aufgezwungener zeitweiliger Untätigkeit in gewissen Forschungsbereichen; so in der Kernphysik in der BRD nach 1955.

34 Von den in den Jahren 1948-1958 beim Land Nordrhein-Westfalen beantragten Forschungsmitteln wurden nur 37% bewilligt. (Dabei wurden nur die durch ein Vorprüfverfahren bereits als sinnvoll und förderungswürdig ausgelesenen Anträge mitgezählt. – Vgl. L. Brandt, *Forschen* . . ., a.a.O.) – Lt. J. Sobotta (in: *Das BMwF,* a.a.O., p. 160) ist »die Anzahl der vorgeschlagenen Projekte [. . .] im allgemeinen größer als Mittel für diese Zwecke zur Verfügung stehen, daher muß eine strenge Auswahl der Vorhaben unter dem Gesichtspunkt der Forschungswürdigkeit erfolgen«.

35 Böhme et al. machen einen Unterschied zwischen »finalisierter« und »angewandter« Wissenschaft. Das Charakteristikum der Finalisierung erblikken sie darin, daß die Theorieentwicklung für spezielle Gegenstände im Hinblick auf externe Zwecke erfolgt (Beispiel: Plasmaphysik mit dem Ziel kontrollierter Kernfusion). Inwieweit dies von einer lediglich »vorhandene« Theorien nutzenden »angewandten« Wissenschaft sinnvoll abzugrenzen ist, sei dahingestellt.

36 Ein Beispiel für marginale qualitative Auswirkungen ließe sich etwa wie folgt konstruieren. Die innerhalb einer disziplinären scientific community für Computer – unter welchen externen Strategien auch immer – verfügbaren Mittel sind maßgebend dafür, welche Probleme noch numerisch handhabbar sind. Je größer diese Mittel und damit die numerischen Möglichkeiten sind, desto geringer wird das Streben nach einer einfacher rechnerischer Handhabung noch zugänglichen, weitgehend mit analytischen Verfahren operierenden Theoriebildung sein.

37 Näheres hierzu siehe Kapitel V.2.2.

38 G. Böhme, *Über das Verhältnis* . . ., a.a.O.; ders., *Wissenschaft mit unglücklichem Bewußtsein.* In: *Evangelische Kommentare 7* (1973) 404; vgl. auch W. Krohn, *Wer entwickelt Wissenschaft?,* Kieler Universitätstage 1972, p. 7 ff.

39 G. Böhme, *Über das Verhältnis* . . ., a.a.O., p. 182.

40 In besonders problematischen Fällen äußerer Vergesellschaftung, etwa bei

der Heranziehung zur Entwicklung nuklearer Waffen, haben die Wissenschaftler noch stets der bürgerlichen Ideologie entgegengehandelt, wonach sie nur »gute Wissenschaft« zu machen, aber nicht deren Anwendung zu verantworten hätten. Vgl. hierzu p. 36.

41 Vgl. Initiativgruppe demokratischer Physiker, *Grundsatzprogramm zur Arbeit im Fachbereich Physik der Johann Wolfgang Goethe-Universität*, Frankfurt 1971 (unveröffentlicht); D. Wetzel, W. Brückner, *Gutachten über die Einrichtung eines Zentrums für Wissenschaftstheorie und Forschungssoziologie an der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt*, Frankfurt 1972 (unveröffentlicht).

42 Innerwissenschaftlich regulierte Forschungsprogrammatik ermöglicht, etwas zu finden, was man gar nicht gesucht hat. Ein gutes Beispiel hierfür liefert die Entdeckung der Kernspaltung und ihre Nutzbarkeit für die Energieerzeugung. Hätte man in den 30er Jahren »Energieforschung« statt Kernphysik getrieben, so wären in diesem Zusammenhang kernphysikalische Bemühungen wohl kaum in Angriff genommen worden (vgl. E. Rutherford, Kapitel II.1.1).

43 Daß es sich dabei heutzutage nur noch um eine notwendige und nicht mehr – wie zur Zeit der »little science« – auch um eine hinreichende Qualifikation handelt, ist eine Folge der inneren und äußeren Vergesellschaftung der Wissenschaft. Näheres hierzu siehe Kapitel V.2.4, insbesondere p. 307.

44 Vgl. hierzu: Autorenkollektiv, *Die Wissenschaft von der Wissenschaft*, a.a.O., p. 261 ff.

45 Vgl. hierzu Teil I; weiterhin Kapitel II.3, insbesondere II.3.1.3, sowie p. 283.

46 Vgl. Teil IV, Anm. 146.

47 Vgl. Teil IV, Anm. 445.

48 Solche Konflikte hat es in teilweise sehr harten Formen im KFZK schon des öfteren gegeben. Vgl. K. Rudzinski, *Zu ehrgeizige Großbeschleuniger-Projekte*. In: *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 23. 4. 69; *Ein FAZ-Journalist kämpft gegen das Establishment*. In: *Capital* 2/1969, p. 82 ff.; *Die eiskalten Geschäfte der Karlsruher Professoren*. In: *Capital* 5/1969, p. 58 f.; *Karlsruhe – Murren und Mauscheln*. In: *Der Spiegel* 23/1969, p. 158 ff. – Siehe auch p. 232 f.

49 Vgl. hierzu B. Moldenhauer, *Zur Lage der Wissenschaftler in den Großforschungseinrichtungen*. In: Ch. Kievenheim, A. Leisewitz (Hrsg.), *Soziale Stellung und Bewußtsein der Intelligenz*, Köln 1973, p. 196 ff.

50 A.a.O.

51 Kapitel V.2.1.

52 Kapitel V.2.2.

53 Kapitel V.2.3 und V.2.4.

54 Kapitel V.2.5.

55 Siehe Anhang 8.

56 Als »Interesse der Wissenschaft« ist empirisch nur das zu identifizieren, was die wissenschaftliche Elite ohne Widerspruch von innerhalb der Wissenschaft nach außen vertritt. Als Interesse der nuclear physics community ist in diesem Sinne der Wunsch anzusehen, über möglichst fortgeschrittene Ausstattung für anspruchsvolle Frontforschung in möglichst großem Umfang verfügen zu können. Fortgeschrittene wissenschaftliche Produktionsmittel verschaffen eine gute Ausgangsposition für die innerwissenschaftliche Konkurrenz, da sie

eine weitgehend sichere Gewähr bieten, (u. U. spektakuläre) Erst-Experimente und Erstentdeckungen machen zu können. Siehe hierzu auch p. 308.

57 Vgl. hierzu Untersuchungen über die US-amerikanische Wissenschaftsszene, z. B. Rödel, *Forschungsprioritäten* . . ., a.a.O., p. 116 f.; Weingart, *Die amerikanische* . . ., a.a.O., insbesondere p. 100 ff.; D. K. Price, *The Scientific Establishment.* In: R. Gilpin, Ch. Wright (eds.), *Scientists and National Policy Making*, New York and London 1964, p. 19 ff.

58 Ch. Wright, *Scientists and the Establishment of Science Affairs.* In: Gilpin, Wright (eds.), *Scientists* . . ., a.a.O., p. 257 ff.; siehe auch Rödel, a.a.O., p. 114 ff.

59 Wright, a.a.O., p. 301 f.

60 »Denn wer da hat, dem wird gegeben werden, und er wird die Fülle haben; [. . .]« *Die Bibel*, Matthäus 25 Vers 29.

61 R. K. Merton, *The Matthew Effect in Science.* In: *Science 159* (1968) 56; St. Cole, *Wissenschaftliches Ansehen und die Anerkennung wissenschaftlicher Leistungen.* In: Weingart (Hrsg.), *Wissenschaftssoziologie I*, a.a.O., p. 165 ff.

62 Vgl. Kapitel V.2.4.

63 Siehe Kapitel II.5.1.

64 In einem Grundsatzartikel über Forschungswissenschaft bestimmen Törnebohm und Radnitzky »Forschung als einen Vorgang, in dem nicht nur neues Wissen produziert und bereits vorhandenes Wissen systematisiert wird, sondern in dem auch Fragestellungen weiterbearbeitet werden und zu neuen Forschungsprogrammen entwickelt werden, und in dem Werkzeuge aller Art, intellektuelle wie materielle, entwickelt und verbessert werden: Forschung als Transformation von Komplexen, die aus Wissen-Problemen-Instrumenten (kurz ›WPI-Komplexen‹) bestehen«. (*Z. allg. Wissenschaftsth. II/2* (1971) 239) – Wir halten diese Topik für unvollständig; WPI sind u. E. nur eine Teilmenge der Produkte von Grundlagenforschung, nämlich die, auf die sich unmittelbar das Interesse der Forscher selbst richtet.

65 Vgl. U. Rödel, *Forschungsprioritäten* . . ., a.a.O., p. 73.

66 Vgl. hierzu das parametrisch gesteuerte Wachstum der nuclear physics community der BRD nach 1955, Kapitel II.4.3 f. und II.5.1.

67 Vgl. die entsprechende Argumentation von W. Häfele, P. Jansen und H. Zajonc, in: DFG (Hrsg.), *Kolloquium über Forschungsplanung*, Wiesbaden 1971, p. 85 ff.; *Bundesforschungsbericht IV*, Nr. 27.

68 Siehe Kapitel V.1 f.

69 Siehe p. 294.

70 Vgl. Stifterverband (Hrsg.), *Memorandum zur Förderung der Wissenschaftsforschung in der BRD*, Essen 1973; W. Pohrt (Hrsg.), *Wissenschaftspolitik – Von wem, für wen, wie?*, München 1973; G. Radnitzky und G. Andersson, *Wissenschaftspolitik und Organisationsformen der Forschung.* In: Weinberg, *Probleme* . . ., a.a.O., p. 9 f., insbesondere p. 60 ff.

71 Siehe p. 289.

72 Vgl. Teil II dieser Studie.

73 Eine systematische Diskussion der Widersprüche und Restriktionen kapitalistisch bestimmter Produktivkraftentwicklung am Beispiel der BRD-Atomwirtschaft findet sich in: B. Moldenhauer, *Atomwirtschaft in der BRD*, erscheint demnächst.

74 Vgl. Kapitel II.5.2.1 f.

75 Vgl. p. 73 f.
76 Vgl. p. 82.
77 Vgl. J. Rembser, *Politische Aspekte der Forschungsförderung*, unveröffentlichtes Referat (vorgetragen auf einer Diskussionstagung der Studienstiftung des deutschen Volkes über »Politische und soziale Aspekte der Naturwissenschaften«, Burg Rothenfels, 2.-7. 4. 67).
78 Vgl. Kapitel II.5.
79 Private Mitteilung an den Verfasser beim Richtfest der GSI, 28. 6. 73.
80 Siehe Kapitel IV.5.3.
81 Vgl. hierzu u. a. W. Walcher, *Parlament und Forschungsplanung*. In: *Phys. Bl.* (1966) 308; K. Rudzinski, *Forschungsdebatte ohne Konsequenzen – Das Parlament ist überfordert*. In: *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 29. 3. 74.
82 Vgl. die Geschäftsordnung der DAtK, Anhang 6.
83 Diese Interessenvertretung war sehr erfolgreich. Die nuclear physics community der BRD konnte sich umfangreiche und fortgeschrittene Ausstattungen verschaffen. Mit der GSI erlangt sie international konkurrenzlose Forschungsmöglichkeiten.
84 Vgl. auch Weingart, *Die amerikanische* . . ., a.a.O., p. 103, 144 f.
85 Weingart, a.a.O., p. 46.
86 Siehe Kapitel V.2.2.
87 Es gibt allerdings Bemühungen in diese Richtung; vgl. Kapitel V.1.2.
88 Sarkastischer Kommentar von Forschungsminister Ehmke zu einer im Auftrag des Bundestages erstellten Studie über Prioritäten in der Forschungspolitik: »Schadet nichts – im Gegenteil: nützt auch nichts.« (Zitiert nach: *Frankfurter Rundschau*, 27. 3. 73.) – Vgl. auch H. Krauch, *Prioritäten für die Forschungspolitik*, München 1970.
89 Vgl. Kapitel II.4.3 f.
90 Vgl. Geschäftsordnung der DAtK, Anhang 6.
91 Innerhalb der nuclear physics community war die Schwerionen-Kernphysik hinreichend durch ihren Charakter als anspruchsvolle Frontforschung legitimiert.
92 Mitte der 50er Jahre konnte man schon für etwa 1 Mio. DM Beschleuniger erwerben, mit denen kernphysikalische Frontforschung getrieben werden konnte (van de Graaff – Beschleuniger mit Energien von einigen MeV); Mitte der 60er Jahre mußte man für einen Frontforschungs-Beschleuniger über 10 Mio. DM anlegen (MP-Tandem); gegenwärtig nähert man sich den 50 Mio. DM (UNILAC).
93 Siehe p. 231.
94 Vgl. *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 26. 9. 73.
95 Wir ersparen uns hier eine Kritik an der Aussagefähigkeit traditioneller Prüfungsverfahren selbst hinsichtlich einer beschränkt-fachsystematischen Perspektive.
96 Vgl. hierzu u. a.: *Die Managementlehrlinge von der Universität – Fachbezogene Ausbildung genügt nicht den beruflichen Anforderungen*. In: *Analysen* 5/1973, p. 26 ff.; *Welche Qualifikationen erzeugt die Ausbildung?* In: *Die Hochschule* (Hochschulzeitung der TH Darmstadt), 15. 2. 72.
97 Im Bereich der USAEC werden geheime Forschungen betrieben mit dem Ziel, gewisse Kernreaktionen schwerer Ionen mit Produktion vieler schneller Neutronen für die schnelle Regelung schneller Brutreaktoren zu nutzen.

(E. Schopper, private Mitteilung vom 28. 8. 72)

98 Vgl. Anhang 34.

99 Siehe Kapitel IV.6.3, insbesondere p. 254 f.

100 Weitere Beispiele für diese Tendenz und eine sehr erhellende Diskussion ihrer Hintergründe und Auswirkungen für die Wissenschaftsentwicklung gibt Rödel, *Forschungsprioritäten* . . ., a.a.O., p. 120 ff., vgl. auch Bulthaup, a.a.O., p. 130.

101 In der Presse wurde denn auch über das westdeutsche Schwerionenprojekt unter der Überschrift »Hier werden Nobelpreise produziert« berichtet (vgl. *Die Zeit,* 14. 2. 69, p. 45.). – M. Berkovitz zufolge haben die amerikanischen Wissenschaftlern zuerkannten Nobelpreise »machine-oriented big science discoveries« ausgezeichnet (zitiert nach Rödel, a.a.O., p. 126).

102 Für Hinweise zu diesem Punkt dankt der Verfasser Dr. G. Böhme, Starnberg.

103 Vgl. hierzu Anm. 92.

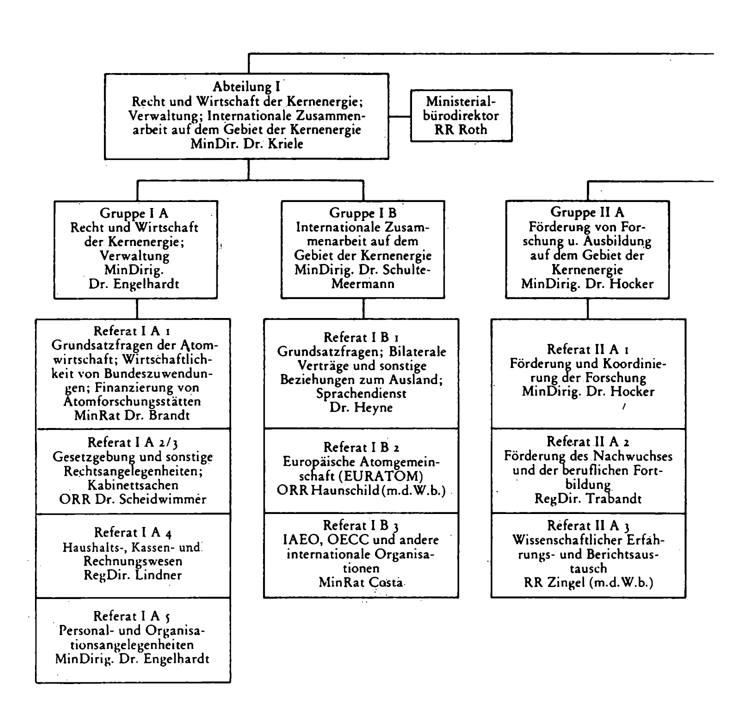
104 Vgl. Kapitel II.5 ff., insbesondere Kapitel II.6.2.2.

VI Anhänge

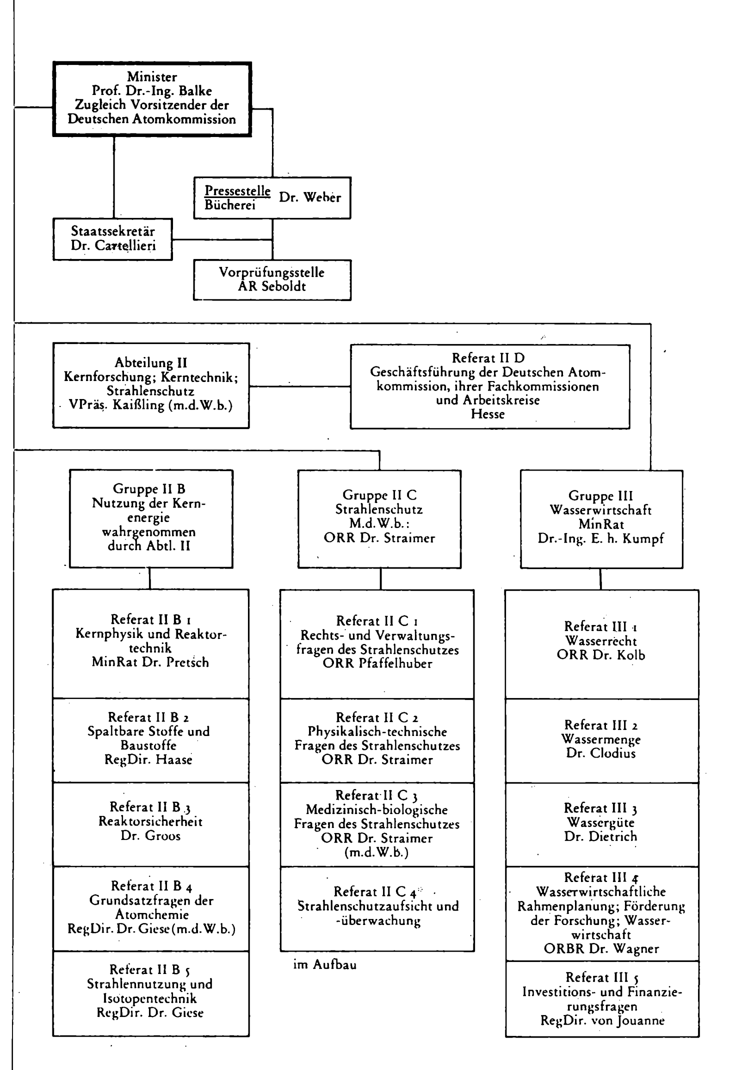
1 Organisationsplan des BMAt (1960)
2 Organisationsplan des BMwF (1967)
3 Mitgliederverzeichnis der DAtK (1960)
4 Organisationsplan der DAtK (1962)
5 Organisationsplan der DAtK (1968)
6 Geschäftsordnung der DAtK (1966)
7 Mitgliederstruktur des zentralen atompolitischen Lenkungsapparates (1960)
8 Mitglieder des AK II/1 »Physik« der DAtK
9 Mitglieder von Leitungsorganen des DAtF (1966)
10 Organisationsplan des DAtF (1966)
11 Wissenschaftsausgaben des Bundes ab 1955
12 Staatsausgaben für Kernforschung und Kerntechnik 1956-1967
13 Staatsausgaben für Kernforschung und Kerntechnik 1968-1972
14 Ausgaben von BMAt/BMwF/BMBW für Kernforschung und Kerntechnik (einige wichtige Posten)
15 Zur Statistik der nuclear physics community der BRD
16 Ausstattung der nuclear physics community der BRD mit Großgeräten
17 Leistungsreaktoren des »Eltviller Programms« (1957)
18 Programm für fortgeschrittene Reaktoren für Versuchsatomkraftwerke (1960)
19 Das 2. *Atomprogramm* (1963-1967) – Inhaltsverzeichnis
20 Schwerionenbeschleuniger vor 1957
21 Schwerionenbeschleuniger: Entwicklung der Forschungsfront
22 Entwicklung der Forschungsfront: Schwerionenbeschleuniger-Projekte
23 Isochron-Zyklotrone in der internationalen nuclear physics community
24 MP-Tandem: Forschungsprogramm in Yale (USA) 1966/67
25 Internationale Konferenzen über Schwerionen-Kernphysik
26 Publikationen über Schwerionen-Kernphysik
27 Die Entstehung der GSI (tabellarische Übersicht)
28 Schwerionenbeschleuniger-Projekte in der BRD
29 Grundriß und Parameter des UNILAC
30 Kostenschätzungen für das BRD-Schwerionenprojekt
31 Die Finanzierung der GSI
32 Personalentwicklung bei der GSI
33 Von GSI geförderte Forschungsprogramme an Hochschulen
34 Vorläufiges Arbeitsprogramm der GSI
35 Vorläufiger Zeitplan für die experimentelle Erstausstattung der GSI

Anhang 1

Bundesministerium für Atomkernenergie und Wasserwirtschaft
(Organisation und Geschäftsverteilung)
(Stand 15. 5. 1960)



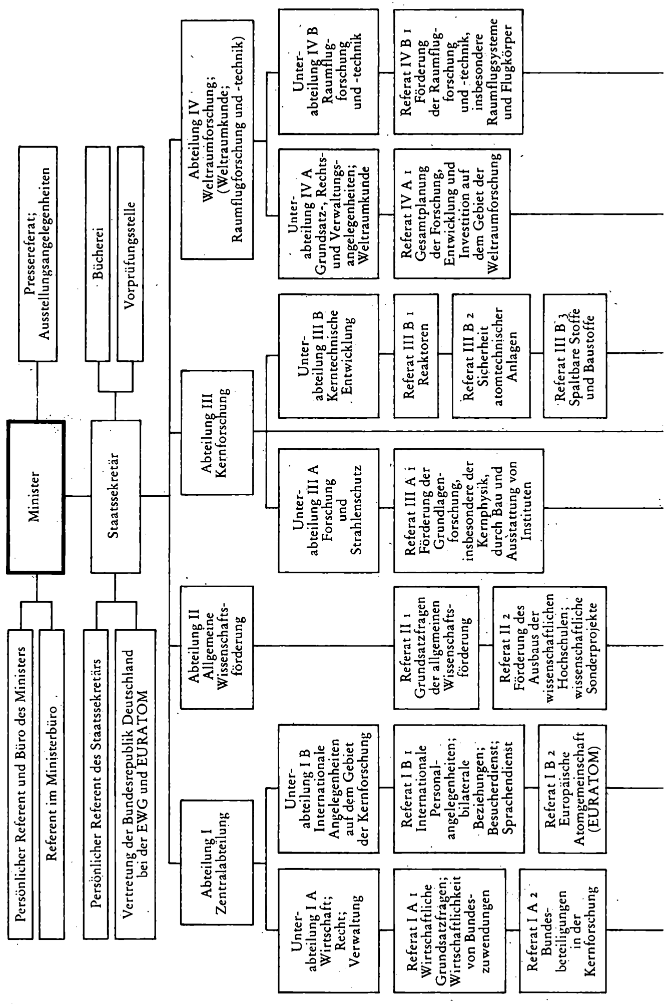
Quelle: W. Cartellieri et al. (Hrsg.), *Taschenbuch für Atomfragen 1960/61*, Bonn 1960.



Minister
Prof. Dr.-Ing. Balke
Zugleich Vorsitzender der Deutschen Atomkommission
Pressestelle
Bücherei
Dr. Weber
Staatssekretär
Dr. Cartellieri
Vorprüfungsstelle
AR Seboldt
Abteilung II
Kernforschung; Kerntechnik; Strahlenschutz
VPräs. Kaißling (m.d.W.b.)
Referat II D
Geschäftsführung der Deutschen Atomkommission, ihrer Fachkommissionen und Arbeitskreise
Hesse
Gruppe II B
Nutzung der Kernenergie
wahrgenommen durch Abtl. II
Gruppe II C
Strahlenschutz
M.d.W.b.:
ORR Dr. Straimer
Gruppe III
Wasserwirtschaft
MinRat
Dr.-Ing. E. h. Kumpf
Referat II B 1
Kernphysik und Reaktortechnik
MinRat Dr. Pretsch
Referat II B 2
Spaltbare Stoffe und Baustoffe
RegDir. Haase
Referat II B 3
Reaktorsicherheit
Dr. Groos
Referat II B 4
Grundsatzfragen der Atomchemie
RegDir. Dr. Giese (m.d.W.b.)
Referat II B 5
Strahlennutzung und Isotopentechnik
RegDir. Dr. Giese
Referat II C 1
Rechts- und Verwaltungsfragen des Strahlenschutzes
ORR Pfaffelhuber
Referat II C 2
Physikalisch-technische Fragen des Strahlenschutzes
ORR Dr. Straimer
Referat II C 3
Medizinisch-biologische Fragen des Strahlenschutzes
ORR Dr. Straimer
(m.d.W.b.)
Referat II C 4
Strahlenschutzaufsicht und -überwachung
im Aufbau
Referat III 1
Wasserrecht
ORR Dr. Kolb
Referat III 2
Wassermenge
Dr. Clodius
Referat III 3
Wassergüte
Dr. Dietrich
Referat III 4
Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung; Förderung der Forschung; Wasserwirtschaft
ORBR Dr. Wagner
Referat III 5
Investitions- und Finanzierungsfragen
RegDir. von Jouanne

Anhang 2

Bundesministerium für Wissenschaftliche Forschung 1967



Quelle: U. Lohmar, *Wissenschaftsförderung und Politik-Beratung*, Bielefeld 1968, p. 152 f.

- Gesetzgebungs- und Rechtsangelegenheiten; Kabinettsachen
  - Referat I A 4 Haushalts-, Kassen- und Rechnungswesen
  - Referat I A 5 Personalangelegenheiten
  - Referat I A 6 Organisation; Koordinierung der zivilen Verteidigung; Sicherheit
  - Referat I A 7 Geschäftsführung der Deutschen Atomkommission und der Deutschen Kommission für Weltraumforschung
  - Referat I A 8 Innerer Dienst

- Sonstige multilaterale Beziehungen (z. B. IAEO, OECD/ENEA, CERN)

- Förderung neuer wissenschaftlicher Hochschulen; allgemeine Angelegenheiten der wissenschaftlichen Hochschulen
  - Referat II 4 Förderung einzelner Forschungsvorhaben und -einrichtungen
  - Referat II 5 Internationale Beziehungen
  - Referat II 6 Wissenschaftliche Dokumentation und Information; Fach- und Spezialbibliotheken mit Informationsaufgaben
  - Referat II 7 Forschungsplanung, Forschungsstatistik; Bundesbericht Forschung
  - Referat II 8 Verwaltungsausschuß Bund/Länder; Organisationen zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung

- Förderung der Grundlagenforschung (Laufender Bedarf) und der beruflichen Weiterbildung; wissenschaftlich-technische Schulung von Verwaltungsangehörigen
  - Referat III A 3 Nuklearmedizin und -biologie
  - Referat III A 4 Physikalisch-technische Angelegenheiten des Strahlenschutzes
  - Referat III A 5 Technische Aufsicht und Überwachung des Strahlenschutzes
  - Referat III A 6 Strahlenschutzrecht; Verordnungsgebung; Ausübung der Weisungsbefugnisse des Bundes

- Kernchemie, Strahlennutzung und Isotopentechnik; Wiederaufarbeitung bestrahlter Kernbrennstoffe
  - Referat III 1 Grundsatzfragen der Kernforschung und -technik; wissenschaftlich-technische Angelegenheiten der Kernforschungseinrichtungen

- Gesellschaft für Weltraumforschung mbH (GfW); Rechts- und Verwaltungsangelegenheiten, wirtschaftliche und finanzielle Angelegenheiten der Weltraumforschung; Verträge und Schutzrechte
  - Referat IV A 3 Europäische Organisation für die Entwicklung und den Bau von Raumfahrzeugträgern (ELDO)
  - Referat IV A 4 Europäische Organisation für Weltraumforschung (ESRO)
  - Referat IV A 5 Förderung der Forschung auf dem Gebiet der Weltraumkunde; Physik des erdfernen und erdnahen Weltraumes; Weltraumbiologie; Satellitenforschung

- Lenkung, Steuerung und Ausrüstung von Raumflugsystemen; Meß- und Übertragungstechnik; Datenverarbeitung; elektronische Bauelemente
  - Referat IV B 3 Treibstoffe und Antriebe; Energie-Versorgungsanlagen; Sonderwerkstoffe
  - Referat IV B 4 Versuchs- und Bodenanlagen; Satelliten-Ortungsanlagen

Anhang 3

Deutsche Atomkommission (Stand: 1960)[1]

Präsidium	
Vors.: Prof. Dr.-Ing. Siegfried Balke, BMin für Atomkernenergie und Wasserwirtschaft, Hon-Prof. f. Chemiewirtschaft, Univ. München	Bad Godesberg Luisenstr. 46 T: 58 91
Stv. Vors.: Prof. Dr. h. c. Leo Brandt, StaSekr. NRW	Düsseldorf-Oberkassel Leostr. 100, T: 5 23 65
Stv. Vors.: Prof. Dr. Otto Hahn, Ehrenpräs. Max-Planck-Ges.	Göttingen Bunsenstr. 10, T: 2 36 51
Stv. Vors.: Prof. Dr.-Ing. Karl Winnacker, Vors. d. Vorst. Farbwerke Hoechst	Frankfurt a.M.-Höchst T: 31 64 67
Mitglieder	
Dr. h. c. Hermann J. Abs, VorstM. Deutsche Bank AG.	Frankfurt a. M. Junghofstr. 5-11 T: 2 02 31
Dr. Hans C. Boden, GenDir., Vors. d. Vorst. Allgem. Elektricitäts-Gesellschaft	Frankfurt a. M.-Süd AEG-Hochhaus T: 6 05 21
Prof. Dr. Ernst v. Caemmerer, Prof. d. Rechte Univ. Freiburg	Freiburg (Breisg.)-Zähringen In der Röte 6, T: 44 03
Dr. Rupprecht Dittmar, Hptvorst. Dt. Angestellten-Gewerkschaft, Abt. Wirtschaftspolitik	Hamburg 36 Holstenwall 3-5 T: 34 10 05
Dr.-Ing. Richard Fischer, VorstM. Hamburgische Electricitäts-Werke AG.	Hamburg 1 Gerhart-Hauptmann-Platz 48, T: 32 10 07
Gerhard Geyer, GenDir., Vors. d. Vorst. ESSO AG.	Hamburg 36 Neuer Jungfernstieg 21 T: 34 10 81
Dr. Hans Goudefroy, GenDir., Vors. d. Vorst. Allianz-Versicherungs-AG.	München 22 Königinstr. 28 T: 36 08 81

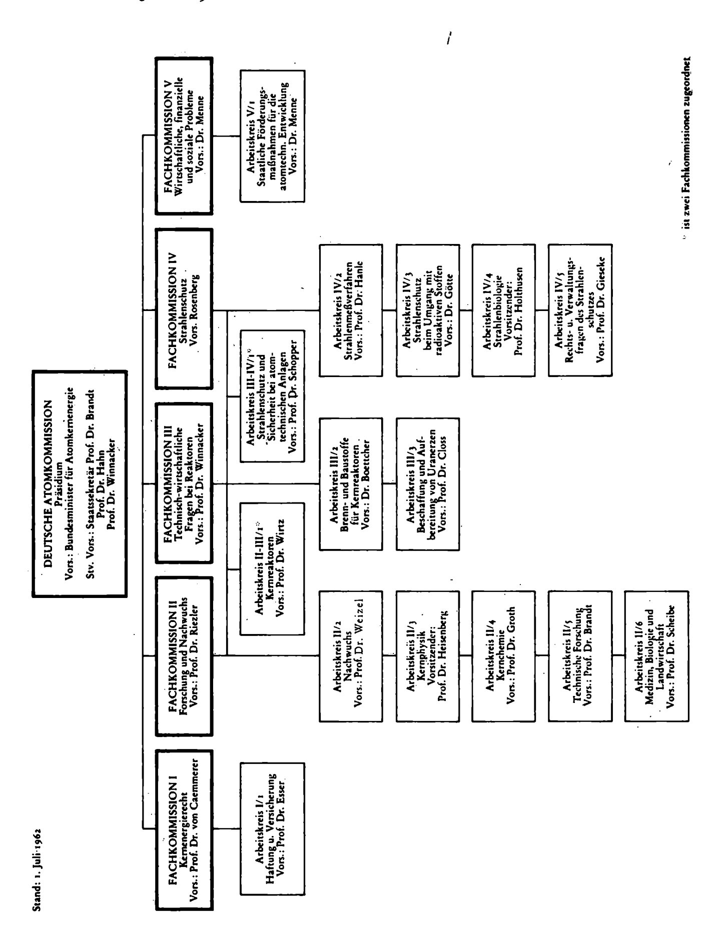
1 Nach: *TfAt 1960/61*, p. 342 ff.

Prof. Dr. Ulrich Haberland, GenDir., Vors.d.Vorst.Farbenfabriken Bayer AG.	Leverkusen (Rhld.) T: 35 31
Prof. Dr. Otto Haxel, Dir. II. Physikal. Inst. Univ. Heidelberg, AufsRM. Kernreaktor Bau- und Betriebs-Ges. mbH, Karlsruhe	Heidelberg Philosophenweg 12 T: 2 17 87
Prof. Dr. Werner Heisenberg, Dir. Max-Planck-Inst. für Physik u. Astrophysik	München 23 Aumeisterstraße T: 36 32 01
Prof. Dr. Gerhard Hess, Präs. Deutsche Forschungsgemeinschaft	Bad Godesberg Frankengraben 40 T: 6 68 94
Dr.-Ing. Carl Knott, VorstM. Siemens-Schuckertwerke AG.	Erlangen Werner-von-Siemens-Str. 50, T: 8 11
Dr. h. c. Wilhelm Alexander Menne, VPräs. BVbd d. Deutschen Industrie, Vors. Arbeitskreis für Atomfragen im BDI	Frankfurt a.M.-Höchst Brüningstr. 45 T: 31 05 01
Dr.-Ing. Alfred Petersen, Vors. d. AufsR. Metallgesellschaft AG.	Frankfurt a. M. Reuterweg 12 T: 55 01 51
Dr. Hermann Reusch, BgAss. a. D., GenDir., Vors. d. Vorst. Gutehoffnungshütte Aktienverein Nürnberg/Oberhausen und Gutehoffnungshütte Sterkrade AG.	Oberhausen (Rhld.) T: 2 44 51
Dr. Ing. E. h. Hans Reuter, GenDir., Vors. d. Vorst. DEMAG AG.	Duisburg Wolfgang-Reuter-Platz T: 2 81 21
Prof. Dr. Wolfgang Riezler, Dir. Inst. für Strahlen- und Kernphysik Univ. Bonn	Bonn Nußallee 8, T: 5 10 15
Ludwig Rosenberg, Stv.Vors. DGB	Düsseldorf Stromstr. 8, T: 87 21
Prof. Dr. Arnold Scheibe, Dir. Inst. für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung Univ. Göttingen	Göttingen Nikolausberger Weg 9 T: 2 32 60
Dipl.-Ing. Heinrich Schöller, VorstM. Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk AG.	Essen Rollinghauserstr. 53 T: 33 71

Prof. Dr. Gerhard Schubert, Dir. Univ.-Frauenklinik Hamburg-Eppendorf	Hamburg 20 Martinistr. 52 T: 47 10 41
Dipl.-Ing. Georg Schulhoff, Präs. Handwerkskammer Düsseldorf, VPräs. Zentralvbd. d. Dt. Handwerks und Dt. Handwerkskammertages	Düsseldorf Breite Str. 7-11 T: 1 69 65
Prof. Dr.-Ing. Fritz Strassmann, Dir. Inst. für Anorganische und Kern-Chemie Univ. Mainz	Mainz Saarstr. 21, T: 2 49 71
Dr.-Ing. Hermann Winkhaus, BgAss. a.D., GenDir., Vors. d. Vorst. Mannesmann AG.	Düsseldorf Mannesmann-Ufer 1b T: 82 01

Anhang 4

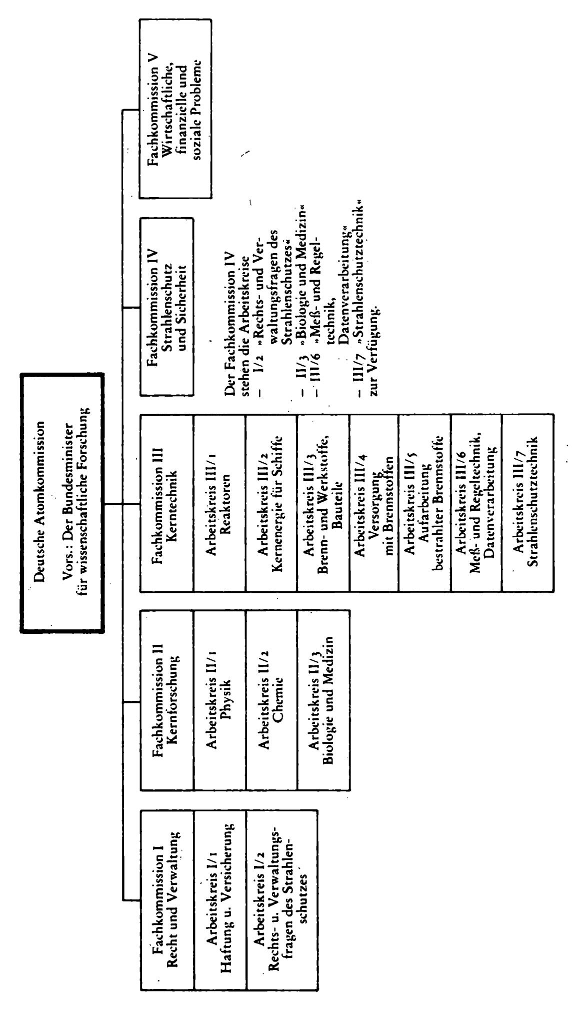
Organisationsplan der Deutschen Atomkommission
Stand: 1. Juli 1962



Quelle: Bundesministerium für Atomkernenergie (Hrsg.), *Deutsche Atomkommission*, Bad Godesberg 1962.

Anhang 5

Organisationsplan der Deutschen Atomkommission
(Stand 1968)



Quelle: J. Sobotta (Hrsg.), *Das Bundesministerium für wissenschaftliche Forschung*, Bonn 1969, p. 221.

Anhang 6

Geschäftsordnung der Deutschen Atomkommission
(in der Fassung vom 14. 3. 66)

Die Deutsche Atomkommission hat nach dem Beschluß der Bundesregierung vom 21. 12. 1955 die Aufgabe, den Bundesminister für wissenschaftliche Forschung in allen wesentlichen Angelegenheiten zu beraten, die mit der Erforschung und Verwendung der Kernenergie für friedliche Zwecke zusammenhängen.

Sie besteht aus dem Bundesminister für wissenschaftliche Forschung als Vorsitzendem und den von ihm berufenen Mitgliedern.

Die Deutsche Atomkommission gibt sich folgende Geschäftsordnung:

§ 1
Der Vorsitzende der Deutschen Atomkommission und bis zu vier aus ihrer Mitte gewählte gleichberechtigte stellvertretende Vorsitzende bilden zusammen das Präsidium der Deutschen Atomkommission; es bereitet die Sitzungen der Deutschen Atomkommission vor. Die Deutsche Atomkommission kann ihm weitere Aufgaben übertragen.

§ 2
(1) Die Deutsche Atomkommission kann zur Bearbeitung oder Vorbereitung besonderer Aufgaben Fachkommissionen bilden.
(2) Die Fachkommissionen können mit Zustimmung der Deutschen Atomkommission für Spezialgebiete Arbeitskreise einsetzen.
(3) Der Bundesminister für wissenschaftliche Forschung beruft auf die Dauer von 3 Jahren
1. die Mitglieder der Fachkommissionen im Einvernehmen mit dem Präsidium der Deutschen Atomkommission
2. die Mitglieder der Arbeitskreise im Einvernehmen mit dem Vorsitzenden der Fachkommission, die diese eingesetzt hat.
Wiederberufung ist möglich.
(4) Die Deutsche Atomkommission, die Fachkommissionen und die Arbeitskreise können zur Beratung von besonderen Fragen Ausschüsse einsetzen und deren Mitglieder im Einvernehmen mit dem Bundesminister für wissenschaftliche Forschung auf die Dauer von höchstens zwei Jahren benennen.

§ 3
Die nachstehenden Vorschriften sind auf die Geschäftsführung, die Einberufung, die Beratung und die Beschlüsse der Deutschen Atom-

kommission, der Fachkommissionen, der Arbeitskreise und der Ausschüsse (Beratungsgremien) anzuwenden.

§ 4
Die Geschäfte der Beratungsgremien werden beim Bundesminister für wissenschaftliche Forschung geführt.

§ 5
Die Mitglieder der Beratungsgremien können sich bei der Wahrnehmung ihrer Aufgaben nicht vertreten lassen. Sie sind in Ausübung ihrer Beratungstätigkeit unabhängig und an Weisungen nicht gebunden.

§ 6
(1) Die Fachkommission wählt für die Dauer von 2 Jahren, längstens bis zum Ablauf der Mitgliedschaft (§ 2 Abs. 3 Nr. 2), einen Vorsitzenden und mindestens einen stellvertretenden Vorsitzenden. Eine einmalige Wiederwahl in ununterbrochener Zeitfolge ist möglich.
(2) Der Vorsitzende der Fachkommission ist kraft seines Amtes Mitglied der Deutschen Atomkommission.
(3) Der Fachkommission sollen neben dem Vorsitzenden mindestens zwei weitere Mitglieder der Deutschen Atomkommission angehören.

§ 7
(1) Der Arbeitskreis wählt für die Dauer von 2 Jahren, längstens bis zum Ablauf der Mitgliedschaft (§ 2 Abs. 3 Nr. 2), einen Vorsitzenden und mindestens einen stellvertretenden Vorsitzenden. Eine einmalige Wiederwahl in ununterbrochener Zeitfolge ist möglich.
(2) Der Vorsitzende des Arbeitskreises ist kraft seines Amtes Mitglied der Fachkommission.

§8
Die Beratungsgremien können zu einzelnen Sitzungen Sachverständige hinzuziehen.

§ 9
(1) Der Bundesminister für wissenschaftliche Forschung bestimmt Ort und Zeit der Sitzungen. Er hat eine Sitzung anzuberaumen, wenn mindestens ein Viertel der Mitglieder des Beratungsgremiums dies schriftlich beantragt. Eine Sitzung der Deutschen Atomkommission ist auch einzuberufen, wenn ein Mitglied des Präsidiums dies beantragt.
(2) Der Bundesminister für wissenschaftliche Forschung stellt für jede Sitzung eine vorläufige Tagesordnung auf, die den Mitgliedern des

Beratungsgremiums zusammen mit sonstigen Sitzungsunterlagen eine Woche vor der Sitzung übersandt werden soll. Das Beratungsgremium beschließt zu Beginn der Sitzung die endgültige Tagesordnung.
(3) Stellt ein Mitglied des Präsidiums oder mindestens ein Viertel der Mitglieder schriftlich oder mündlich den Antrag auf Aufnahme eines Punktes in die Tagesordnung, so ist dieser Punkt aufzunehmen.

§ 10
(1) Die Sitzungen der Beratungsgremien sind nicht öffentlich. Die vom Bundesminister für wissenschaftliche Forschung beauftragten Bediensteten des Ministeriums haben Zutritt.
(2) Die Beratungen, ihre Unterlagen und Ergebnisse sind vertraulich. Die Deutsche Atomkommission kann eine Empfehlung zur Grundsatzempfehlung erklären. Diese ist zur Veröffentlichung frei.

§ 11
(1) Die Beratungsgremien können Empfehlungen abgeben, wenn mindestens die Hälfte ihrer Mitglieder anwesend ist. Sie beschließen mit der Mehrheit der anwesenden Mitglieder. Bei Stimmengleichheit entscheidet die Stimme des Vorsitzenden. Mitglieder dürfen bei Beschlußfassung in eigener Sache nicht anwesend sein.
(2) Eine Empfehlung kann auf Veranlassung des Bundesministers für wissenschaftliche Forschung auch im schriftlichen Verfahren herbeigeführt werden.

§ 12
Die Geschäftsführung der Deutschen Atomkommission sorgt dafür, daß über jede Sitzung eine Niederschrift, die mindestens die Liste der Teilnehmer und die Ergebnisse der Beratung enthält, gefertigt und nach Genehmigung durch den Vorsitzenden und den Bundesminister für wissenschaftliche Forschung versandt wird.

Quelle: U. Lohmar, *Wissenschaftsförderung und Politik-Beratung*, Bielefeld 1968, p. 192 ff.

Anhang 7

Mitgliederstruktur des zentralen atompolitischen Lenkungsapparates (1960)

	Wirtschaft	Staat[1]	Wissenschaft	Gesamt
DAtK	15	5	8	28
FK I	8	3	2	13
FK II	5	3	12	20
FK III	13	1	4	18
FK IV	7	6	17	30
FK V	15	5	5	25
FKen insgesamt	48	18	40	106
DAtK/FKen/ AKe insgesamt[2]	85	18	96	199

Quelle: TfAt 1960/61, p. 342 ff.; BMAt (Hrsg.), *Deutsche Atomkommission*, a.a.O.

1 Hier sind Angehörige von Gewerkschaftsvorständen sowie Spitzenvertreter von Wissenschaftförderungsorganisationen mitgezählt.
2 Stand 1962.

Anhang 8

Mitglieder des AK II/1 »Physik« der DAtK

Physiker	Ort	1952[1]	1959[2]	1966	1968	1973[3]
Bopp	München	×	×	×	×	
Bothe	Heidelberg	×				
Gentner	Freiburg/ Heidelberg	×	×	×	×	×
Haxel	Heidelberg	×	×	×	×	
Heisenberg	Göttingen/ München	×	×			
Kopfermann	Göttingen	×	×			
Mattauch[4]	Mainz	×	×			
Regener	Stuttgart	×				
Riezler	Bonn	×	×			
Jentschke	Hamburg		×	×	×	
Maier-Leibnitz	München		×	×	×	
Walcher	Marburg		×	×	×	
v. Weizsäcker	Hamburg/ München		×	×	×	
Paul	Bonn			×	×	×
Schlüter	Garching			×	×	
Schmelzer	Heidelberg/ Darmstadt			×	×	×
Schopper, H.	Karlsruhe			×	×	
Brix	Darmstadt/ Heidelberg				×	×
Citron	Karlsruhe				×	×
Schmidt-Rohr	Heidelberg				×	
Backenstoß	Genf					×
Bock	Darmstadt					×
v. Brentano	Köln					×
Deutschmann	Aachen					×
Greiner	Frankfurt					×
Lieser[4]	Darmstadt					×
Lindenberger	Berlin					×
Mayer-Kuckuk	Bonn					×

Physiker	Ort	1952[1]	1959[2]	1966	1968	1973[3]
Rollnick	Bonn					×
Schmidt	Wien					×
Teucher	Hamburg					×
Wolf	Karlsruhe					×
Zupancic	München					×

1 »Kommission für Atomphysik« der DFG, personell identisch mit der Kernphysikalischen Kommission des Deutschen Forschungsrates.
2 AK II/3 »Kernphysik«.
3 Sachverständigenkreise K 1 »Hochenergiephysik im nuklearen und subnuklearen Bereich« und K 2 »Kernphysik und Schwerionenforschung« des BMFT.
4 Chemiker.

Anhang 9

Deutsches Atomforum e. V. (Stand 1966)
Sitz Bonn

Präsidium

Präsident: Professor Dr. Karl Winnacker
Weitere Mitglieder: Fürst Otto von Bismarck, Dr. Th. Dehler, Professor Dr. Goeschel, Professor Dr. Werner Heisenberg, Professor Dr.-Ing. H. Mandel, L. Memmel, Dr. F. A. Prentzel, Minister a. D. Dr. Hermann Veith

Verwaltungsrat

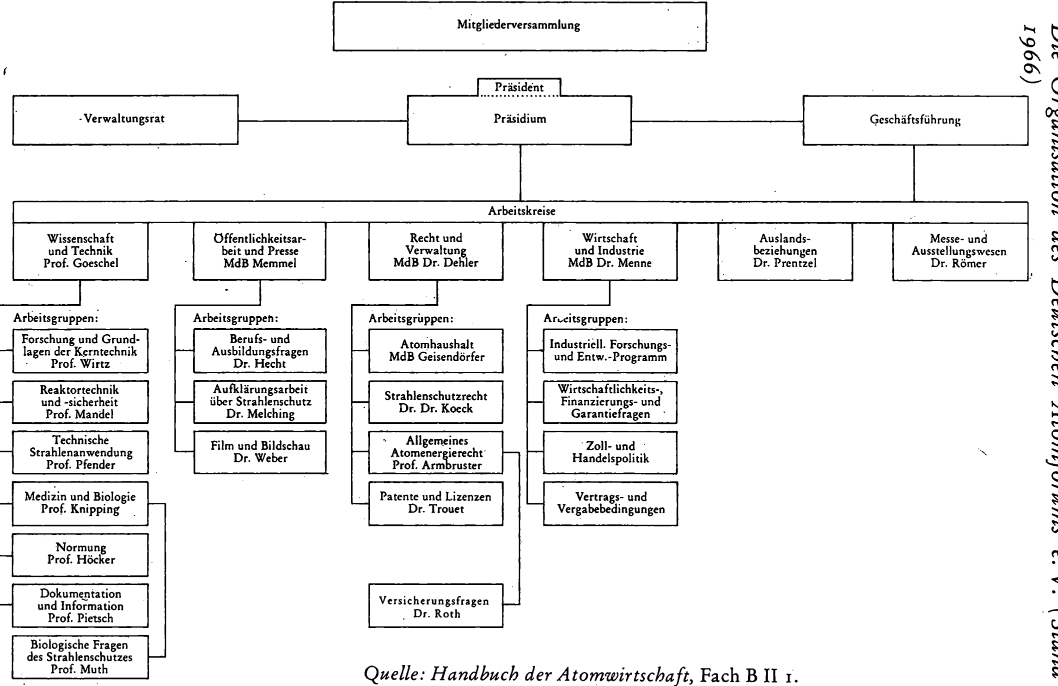
Dr. W. Althammer, MdB, Bonn
Professor Dr. H. Armbruster, Universität Mainz
Professor Dr.-Ing. S. Balke, MdB und Bundesminister a. D.
Fürst Otto v. Bismarck MdB, Bonn
Professor Dr. A. Boettcher, Kernforschungsanlage Jülich
Staatssekretär Prof. Dr. h. c. Dr.-Ing. E. h. Leo Brandt, Düsseldorf
Dr.-Ing. Dr. rer. pol. K. Bund, STEAG, Essen
Dr. H. Burckhardt, Unternehmensverband Ruhrbergbau, Essen
Professor Dr. H. Closs, Bundesanstalt für Bodenforschung, Hannover
Dr. Th. Dehler MdB, Bonn
Dr. Hanns Deuss, Düsseldorf
G. Flämig, MdB, Bonn
Ingeborg Geisendörfer, MdB, Bonn
Prof. Dr.-Ing. habil. K. Giesen, Essen
Dr.-Ing. H. Goeschel, Erlangen
Dr.-Ing. W. H. Gres, Fried. Krupp, Essen
Prof. Dr. rer. nat. Groth, Bonn
Dr. Fr. Hämmerling, AEG
Dipl.-Ing. Harke, Frankfurt/Main
Prof. Dr. W. Heisenberg, München
K. Hoffmann, Preußische Elektrizitäts AG
Dr.-Ing. Werner Holste, Duisburg
Prof. Dr. W. Kliefoth, Kiel
Prof. Dr. Knipping, Köln
Dr. Dr. Koeck, Bonn
Prof. Dr.-Ing. C. Th. Kromer, Karlsruhe
K. Lotz, Heidelberg
Prof. Dr. Heinz Maier-Leibnitz, München
Professor Dr. Dr. H. Mandel, RWE Essen
L. Memmel, MdB, Bonn
Dr. D. W. v. Menges, GHH
Dr. h. c. W. A. Menne, MdB, Frankfurt

Dr. Chr. Pfeiffer, Kölnische Rückversicherungs-Gesellschaft
Dr. F. A. Prentzel, Frankfurt
Dipl.-Ing. H. H. Rotermund, Erlangen
Dr. Dr.-Ing. E. h. Rohde, München
Dipl.-Ing. H. Seidl, Oberhausen
Dr. W. Schnurr, Kernforschungszentrum Karlsruhe
Ministerialdirektor Dr. Karl Schubert, Hamburg
Dir. Dipl.-Ing. K. Schwarz, Töging
Minister a. D. Dr. Hermann Veith, Karlsruhe
Prof. Dr.-Ing. Dr. rer. nat. h. c. K. Winnacker, Frankfurt
Dr. H. Winter, Metallgesellschaft
Prof. Dr.-phil. K. Wirtz, Karlsruhe

Quelle: Handbuch der Atomwirtschaft, Fach B II 1, p. 1.

Anhang 10

Die Organisation des Deutschen Atomforums e. V. (Stand 1966)



Quelle: Handbuch der Atomwirtschaft, Fach B II 1.

Anhang 11

Wissenschaftsausgaben des Bundes ab 1955[1]

(in Mio. DM; Beträge gerundet)

	Gesamt	Rüstungsforschung	Ausgaben von BMAt/BMwF/BMBW	Kernforschung und -technik (BMAt/BMwF/BMBW)
1955	103	1	0,6[2]	–
1956	171	9	44[2]	43[2]
1957	337	32	84[2]	81[2]
1958	542	111	167	163
1959	646	156	196	192
1960[3]	615	183	184	181
1961	1064	381	241	236
1962	1392	410	326	306
1963	1711	548	381	315
1964	2046	649	909	369
1965	2234	704	1001	398
1966	2710	761	1405	560
1967	3440	969	1743	642
1968	3546	985	1992	686
1969	3993	1060	2361	813
1970	5063	1152	3238	1168
1971	6283	1181	4492	1424
1972[2]	7371	1040	5103	1266
1973[2]				1331
1974[2]				1470

Quellen: Pressedienst 11/1970 des BMBW; *Bundesforschungsberichte I-IV*, statistischer Anhang; Haushaltsrechnungen des Bundesfinanzministeriums; Bundeshaushaltspläne.

1 Vergleichbar große Aufwendungen machen die Bundesländer (deren Wissenschaftsausgaben zu etwa 80% den Universitäten zufließen) und die private Wirtschaft (davon je ein knappes Drittel Chemie- und Elektroindustrie), so daß die gesamten Ausgaben für FEI in der BRD gut das Dreifache der einschlägigen Bundesausgaben ausmachen. – Cf. Stifterverband (Hrsg.), *Vademecum* usw., a.a.O., 6. Auflage, Essen 1973, p. 719.

2 Soll.

3 Rumpfrechnungsjahr (9 Monate) aufgrund der Anpassung des Rechnungsjahres an das Kalenderjahr.

Anhang 12

Staatsausgaben für Kernforschung und Kerntechnik 1956-1967 (in Mio. DM)

	Vorlauf und 1. Atomprogramm (1956–1962)		2. Atomprogramm (1963–1967)[1]	
	Bund	Länder	Bund	Länder
Grundlagenforschung außerhalb d. Zentren	243	180	361	241
Kernforschungszentren	303	231	796	789
Reaktorentwicklung	103	7	567	17
Brennstoffkreislauf	47	0	103	3
Strahlenschutz	22	7	31	21
Internationale Organisationen	290[2]	0	832[3]	0
Sonstiges	31	8	21	9
Gesamt	1039	433	2711	1080

Quelle: 3. AtP, Übersicht 1.

Von den 1956-1965 getätigten staatlichen Aufwendungen für Atompolitik entfielen 2409 MDM ≙ 71,3% auf den Bund, 970 MDM ≙ 28,7% auf die Länder. Von den Länderausgaben entfiel auf NRW 53,4%, auf Baden-Württemberg 20,2%; in den Rest teilen sich die anderen 9 Bundesländer (einschließlich West-Berlin).[4]
Laut Tabelle gingen 1956-1967 67,4% der Länderaufwendungen in Kernforschungszentren (also Karlsruhe und Jülich). Dieser Betrag wurde ausschließlich von NRW und Baden-Württemberg aufgebracht. Hinsichtlich der Aufwendungen für Grundlagenforschung außerhalb der KFZen haben die Länder etwa gleich große Anstrengungen unternommen.
Die Euratom-Beiträge ressortieren nicht beim BMwF, sondern bei der Allgemeinen Finanzverwaltung des Bundes.[5]

1 1967: Soll.
2 Euratom: 200, CERN: 74.
3 Euratom: 631, CERN: 163; (*Bundesbericht Forschung III,* p. 251).
4 *Hdbch. Atomwirtschaft,* a.a.O., Fach G 11, p. 5.
5 Sobotta, a.a.O., p. 59.

Anhang 13

Staatsausgaben für Kernforschung und Kerntechnik 1968–1976 (in Mio. DM)

	3. Atomprogramm (1968–1972) Erste Ansätze[1]	Soll[2]	Ist[2]	4. AtP (1973–1976) Soll[3]
Niederenergie-Kernphysik (incl. Schwerionenforschung)	121,4[4]	220[5]	335	476
Hoch- und Mittelenergie-physik	915,4	1110[6]	922	1132
Plasmaphysik	131,7	260	216	338
Nukleare Festkörper-forschung	18,0	290	390	312
Kern- und Strahlenchemie		200	155	148
Nukleare Biologie, Medizin, Landwirtschaft		120	229	142
Summe Kernforschung		2200	2247	2548
Summe Kerntechnik		2015	2687	3699
Gesamtprogramm (incl. sonstiger Ausgaben)		5050	5720	6537

1 Ausgearbeitet vom Referat III A 1 des BMwF nach den Anweisungen des AK II/1 der DAtK.
2 *4. AtP* (Entwurf), p. 36.
3 *4. AtP* (Entwurf), p. 173.
4 Darunter 50 Mio. DM für einen Schwerionenbeschleuniger.
5 Ohne Ländermittel für die Grundfinanzierung von Hochschul- und Max Planck-Instituten.
6 Darunter 360 Mio. DM für CERN sowie weitere 150 Mio. DM für eine eventuelle Beteiligung am 300 GeV-Projekt von CERN.

Anhang 14

Ausgaben von BMAt/BMwF/BMBW für Kernforschung und Kerntechnik (einige wichtige Posten) in Mio. DM

Jahr	Kernforschung und -technik insgesamt	Grundlagenforschung (ohne Zentren)	Ausbildung von Ingenieuren[1]	DESY	GSI	Reaktorentwickl. und -bau[2] (ohne Zentren)	KFZK
1955[3]	–	–	–	–	–	–	–
1956[3]	42,5	19,2	1,5	–	–	6,7	3,0
1957[3]	81,0	37,2	5,8	1,8	–	11,0	3,0
1958	163,4	89,8	13,6	3,5	–	19,9	19,8
1959	192,2	93,6	20,1	4,2	–	28,2	26,8
1960[4]	180,5	87,2	11,0	9,1	–	25,9	27,5
1961	236,1	104,0	10,3	16,0	–	34,4	38,9
1962	306,1	85,4	9,3	17,9	–	40,0	84,6
1963	315,4	78,5	7,3	15,9	–	36,3	96,4
1964	368,8	76,3	6,5	21,3	–	53,5	111,6
1965	397,5	57,6	4,7	19,2	–	92,0	110,8
1966	559,7	54,7	3,2	32,2	–	197,0	109,7
1967	641,5	76,5	1,2	38,6	–	239,1	124,8
1968	686,1	60,3	0,7	27,1	–	207,3	135,5
1969	812,9	48,0	0,5	31,1	–	227,2	159,0
1970	1167,8	39,1	–	66,8	5,3	500,5	187,4
1971	1423,7	45,7	–	76,1	14,0	577,7	227,8
1972[3]	1266,3	45,9	–	77,9	36,0	439,9	216,2
1973[3]	1331				44,9		
1974[3]	1470				49,6		

Quellen: Bundeshaushaltsrechnungen des Bundesfinanzministeriums (jährlich erscheinend); Bundeshaushaltspläne.

1 Einschließlich der Aufwendungen für wissenschaftliche Weiterbildung, die Ausbildung von technischen Hilfskräften und die Ausstattung von höheren Schulen mit kernphysikalischen Unterrichtsmitteln.

2 Einschließlich der erforderlichen Hilfsdienste: Rohstoffbeschaffung, Uranprospektion, Aufbereitung von Uranerzen, Brennstoffkreislauf, Reaktorsicherheit, Strahlenschutz.

3 Soll.

4 Rumpfrechnungsjahr (9 Monate) aufgrund der Anpassung des Rechnungsjahres an das Kalenderjahr.

Anhang 15

Zur Statistik der nuclear physics community der BRD

Anzahl der Physiker in der BRD (ohne Lehrer)
1958: ca. 8000[1]
1973: ca. 14 000 (davon 50% in der Industrie, 34% an hochschulfreien Instituten und im öffentlichen Dienst, 15% an Hochschulen; 1/3 wissenschaftlich, 2/3 technisch tätig)[2]

Anzahl der experimentell, theoretisch oder angewandt arbeitenden physikalische Institute in der BRD[3]

	1953	1957	1960	1964	1968	1973
Gesamt	100	126	126	124	154	175
Arbeitsgebiet u.a. Kernphysik	16[4]	23	33	35	54	42
Kernphysikalische Institute[5]	1	3	18	18	21	24

Hochschulinstitute 1967[6]
Physik insgesamt: 132; davon in der Kernphysik oder verwandten Arbeitsgebieten (Hochenergiephysik, nukleare Festkörperphysik, Plasmaphysik, Kerntechnik) tätig: 82 (davon 50 u. a. in der Kernphysik); die 82 Hochschulinstitute mit kernphysikalischer oder verwandter Arbeitsrichtung verfügten über einen Personalbestand von 2171 wissenschaftlich oder technisch Tätigen, dazu 1154 Diplomanden, 672 Doktoranden.

Die 13 kernchemischen Hochschulinstitute hatten einen Personalbestand von 210 (einschließlich Diplomanden und Doktoranden).

1 DFG (Hrsg.), *Denkschrift Physik*, Wiesbaden 1958, p. 5.
2 *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 26. 9. 73.
3 Stifterverband (Hrsg.), *Vademecum Deutscher Lehr- und Forschungsstätten*, verschiedene Auflagen. – In den Zählungen sind Großinstitute wie KFA Jülich, KFZ Karlsruhe etc., die selbst aus einer größeren Anzahl von Instituten traditioneller Größe bestehen, enthalten; da im Laufe der Zeit die durchschnittliche Institutsgröße angewachsen ist, geben die Zahlen nur einen unzureichenden Eindruck vom tatsächlichen Wachstum.
4 Fast ausschließlich theoretische Kernphysik.
5 Institute, die »Kernphysik« o. ä. in ihrem Namen tragen.
6 *TfAt 1968*, p. 82 ff., p. 552 ff.

Lehrstühle Physik[7]

Jahr	1955	1957	1959	1961	1963	1968
Anzahl	87	102	119	145	187	248

Hochschulabsolventen Physik[8]

Jahr	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964
Staats- und Diplomprüfung	432[9]	424[9]	422	343	392	456	523	677	793	904
Promotion	153[9]	178[9]	247[9]	226[9]	204[9]	202[9]	244[9]	235[9]	235[9]	242

Jahr	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
Staats- und Diplomprüfung	1021	1012	1193	1290	1251	1227	1078	1002
Promotion	263	300	430	540	568	606	566	527

Von den 1971 in Bearbeitung befindlichen Examensarbeiten in der Physik entfielen auf die wichtigsten Disziplinen[10]

	Diplomarbeiten	Doktorarbeiten
Atom- und Molekularphysik	9,1 %	7,9 %
Festkörperphysik	27,8 %	29,1 %
Kernphysik	17,5 %	19,3 %
Anteil der drei Disziplinen	54,4 %	56,3 %

7 Hochschulverband (Hrsg.), *Die Lehrstühle an den wissenschaftlichen Hochschulen in der BRD*, verschiedene Jahrgänge.
8 Statistisches Bundesamt (private Mitteilung). – Die Angaben für Staats- und Diplomprüfung enthalten außer Physik auch Geophysik und Meteorologie; die für Promotionen außer Physik auch Astronomie.
9 *Empfehlungen des Wissenschaftsrates zum Ausbau der wissenschaftlichen Hochschulen bis 1970*, Tabelle 13.
10 DPG (Hrsg.), *Der Physiker in der BRD*, Hamburg 1973.

Anhang 16

Ausstattung der »nuclear physics community« der BRD mit Großgeräten

1. Beschleuniger

Typ	Hersteller	Energie (MeV)	Teilchen	1959	1962	1967
van de Graaff	HVEC	3 - 5,5[1]	p, d, t, ^{4}He	3	6	11
Tandem	HVEC	12 - 20[1]	HI[2]	–	1	4
Zyklotron	AEG, Philips, Eigenbau	2 - 90	p, d, t, ^{4}He	2	3	6
Linac	CSF, HVEC, Varian	12 - 285	e	–	1	6
Synchrotron	Eigenbau	500 - 6000	e	1	1	3

2. Kernreaktoren

		1959	1962	1967
Forschungsreaktoren	verschiedene[3]	5	9	15
Unterrichtsreaktoren	Siemens	–	1	10

Quelle: Bundesbericht Forschung II, p. 239 ff.; *TfAt 1964*, p. 46 f.; R. Gerwin, *Atomenergie in Deutschland*, Düsseldorf 1964, p. 164 ff.

1 Erreichbare Protonenenergie.
2 HI = heavy ions: Schwerionen (und natürlich auch leichte Teilchen).
3 Größtenteils US-amerikanische Herstellerfirmen.

Anhang 17

Leistungsreaktoren des »Eltviller Programms« (1957)

Reaktortyp	Firma	Realisierung
1. Leichtwasser	AEG	1959 Entwicklungsauftrag für Kernkraftwerk mit 100 MW_e; Sommer 1961 baureife Unterlagen erstellt, aber kein Bauauftrag; Unterlagen wurden beim Bau des Kernkraftwerks Lingen verwendet (ab 1964).
2. Natururan, gasgekühlt (Fortgeschrittener Calder Hall - Typ)	Deutsche Babcock & Wilcox AG	1959 Entwicklungsauftrag für 100 MW_e - Kraftwerk; 1962 abgeschlossen; kein Bauauftrag.
3. Gasgekühlter Hochtemperaturreaktor (graphitmoderiert)	BBC/Krupp	August 1959 Bauauftrag für 15 MW_e - AVR - Reaktor in Jülich; Bau ab 1961; Inbetriebnahme 1966.
4. Organisch moderierter Reaktor	Interatom[1]	1960 Entwicklungsauftrag an North American Aviation und BBC; aufgrund technischer Schwierigkeiten nicht gebaut.
5. Schwerwasser, Natururan (Druckröhrenprinzip)	Siemens	1959 Entwicklungsauftrag für 100 MW_e - Kraftwerk; 1963 baureife Unterlagen; dringende Bauempfehlung von FK III und DAtK; wegen Finanzierungsquerelen verzögert; Bau ab 1966; Fertigstellung 1970 in Niederaichbach//Isar.

Quellen: TfAt 1959, p. 79 f.; AEG . . ., a.a.O., p. 14, 20; Gerwin, a.a.O., p. 31 f., 160 f.; Sobotta, a.a.O., p. 216; Winnacker. In: *Atom – Reaktoren* . . ., a.a.O., p. 23 ff.; Moldenhauer, *Atomwirtschaft* . . ., a.a.O.

1 Interatom ist eine Gemeinschaftsgründung der DEMAG und der North American Aviation (USA); sie wurde während der 60er Jahre nach und nach von Siemens übernommen.

Anhang 18

Programm für fortgeschrittene Reaktoren für Versuchsatomkraftwerke (1960)

Reaktortyp	Firma	Entwicklungskosten (Firma/Bund) in Mio. DM	Realisierung
1. Heißdampf, 25 MW_e	AEG	6,5/16	Projektierung seit 1.1.61; Baubeginn 1964 Inbetriebnahme 1968 in Großwelzheim/Main
2. Fortgeschrittener gasgekühlter Reaktor, graphitmoderiert, 10 - 15 MW_e	Deutsche Babcock & Wilcox AG	7/18	Projektierung seit 1.1.61; 1965/66 eingestellt
3. Hochtemperaturreaktor mit Gaskühlung und Gasturbine im Primärkreislauf, 5 - 10 MW_e	BBC/Krupp	7/18	Projektierung seit 1.1.61; 1965/66 eingestellt (Baulinie wurde von der Gutehoffnungshütte AG weiterverfolgt. Bau eines 25 MW_e - Versuchskraftwerkes seit 1968 in Geesthacht)
4. Fortgeschrittener zirkonhydridmoderierter Reaktor mit Na-Kühlung, 10 MW_e	Interatom	7/18	Projektierung seit 1.1.61; Bau als „KNK"[1] mit 20 MW_e seit 1965, Inbetriebnahme 1974 (!) im KFZ Karlsruhe[2]
5. Druckwasserreaktor liegender Bauart für Schiffsantrieb 10 000 WPS	Deutsche Babcock & Wilcox/ Interatom	14/16 (EURATOM)	Baubeginn 1964 Inbetriebnahme 1968 (Forschungsschiff „Otto Hahn")

Quellen: *TfAt 1964*, p. 94 ff.; *TfAt 1968*, p. 150 ff.; Gerwin, a.a.O., p. 33; Winnacker. In: *Atom – Reaktoren* . . ., a.a.O., p. 23 ff.; Pretsch. In: Sobotta (Gesamtredaktion), *Staat* . . ., a.a.O., p. 36 f.; Moldenhauer, *Atomwirtschaft* . . ., a.a.O.

1 KNK = Kompakte Natrium-gekühlte Kernenergieanlage.

2 5 Jahre später als geplant! – Vgl. *FAZ*, 27. 2. 74.

Anhang 19

Das 2. Atomprogramm (1963-1967)[1]
(Inhaltsverzeichnis)

Einleitung

I. Allgemeine Gesichtspunkte
A. Förderungsziele
1. Erschließung der Kernenergie
2. Anwendung von Kernstrahlung und radioaktiven Isotopen in anderen Gebieten der Wissenschaft und Technik
3. Befruchtung anderer Gebiete

B. Status und Potential als Ausgangspunkt des Programms

C. Stufen und Träger der Forschung und Entwicklung
1. Grundlagenforschung
a) Gezielte Förderung der Grundlagenforschung
b) Notwendigkeit und Umfang der gezielten Förderung
c) Träger
d) Abstimmung
2. Angewandte Forschung
3. Entwicklung
4. Technische Realisierung
5. Ausbildung

II. Programm
A. Forschung
1. Physik
2. Chemie
3. Ingenieurwissenschaften
4. Lagerstättenforschung, Ozeanographie, Meteorologie
5. Medizin, Biologie, Landwirtschaft

1 Nach: W. Cartellieri et al. (Hrsg.), *Taschenbuch für Atomfragen 1964*, Bonn 1964, p. 163 ff.

B. Entwicklung
1. Gesichtspunkte zur Aufstellung eines Reaktorprogramms
– Nahprogramm der Reaktorentwicklung
– Schiffsreaktoren
– Fernprogramm: Brutreaktoren
2. Entwicklungsarbeiten für Reaktoren
a) Neutronenphysikalische Auslegung von Kernreaktoren
b) Brennstoffkreisläufe
– Beschaffung und Aufbereitung von Rohstoffen
– Brenn- und Brutstoffe
– Brenn- und Brutelemente
– Wiederaufarbeitung
– Lagerung radioaktiver Abfälle
c) Reaktorbaustoffe
d) Verfahrenstechnik, Reaktorbauelemente
3. Strahlenschutz
4. Meß- und Regeltechnik
5. Strahlenquellen
– Radioaktive Isotope
– Beschleuniger und Röntgenanlagen
– Beschleuniger für stark ionisierende Strahlen[2]
– Chemiereaktor

C. Bau atomtechnischer Anlagen
1. Reaktoren
2. Wiederaufarbeitung
3. Abfall-Lagerung

III. Mittelbedarf

2 Das sind Schwerionenbeschleuniger!

Anhang 20

Schwerionenbeschleuniger vor 1957[1]

Jahr[2]	Standort	Polschuh-durchmesser (cm)	Ion	Typische Parameter Energie (MeV)	Strom (s^{-1})
1940	Berkeley	90	$C^{2+,6+}$	50	8
1950	Berkeley	150	$C^{2+,6+}$	100 ± 10 %	10^5
1953	Stockholm	225	$C^{2+,4+}$	130	10^{11}
1953	Oak Ridge	160	N^{3+}	28 ± 2 %	5×10^{11}
1953	Birmingham	153	$C^{2+,6+}$	120	
1955	Saclay	180	$C^{2+,6+}$	100	
1956	Leningrad	120	N^{3+}	16	10^{12}
1956	Moskau	150	C^{4+}	94 ± 3 %	3×10^{13}

Quelle: Die Tabelle entspricht weitgehend einer Zusammenstellung von R. S. Livingston. In: *Schwerionenkonferenz V*, p. 499. Ergänzende Unterlagen aus: A. Zucker, *Ann. Rev. Nucl. Sci. 10* (1960) 27; Bericht 135 von der *Amsterdam Nuclear Reactions Conference 1956*. In: *Physica 22* (1956) 1191.

1 Bei diesen Beschleunigern handelt es sich ausschließlich um klassische Festfrequenz-Zyklotrone mit fester Endenergie.
2 Das Jahr gibt das Datum der ersten Publikation an.

Jahr[1]	Ort	Typ	Schwerstes Ion	Max. Energie (MeV/A)	Strahlintensität (s^{-1})
1940	Berkeley (USA)	Konvent. Zyklotron	^{12}C f	4,2	8
1950	Berkeley	Konvent. Zyklotron	^{12}C f	8,4 ± 10 %	10^5
1953	Oak Ridge (USA)	Konvent. Zyklotron	^{14}N f	2,0 ± 2 %	5×10^{11}
1956	Moskau (UdSSR)	Konvent. Zyklotron	^{12}C f	7,8	3×10^{13}
1957	Berkeley/ Yale	HILAC	^{40}Ar f	10,3	6×10^{10}
1958	Chalk River (Kanada)	EN-Tandem	^{16}O v	2,5 ± 0,05 %	5×10^{11}
1964	Dubna (UdSSR)	Konvent. Zyklotron	^{40}Ar f	7,5 ± 3 %	3×10^{13}
1965	Yale (USA)	MP-Tandem	^{32}S v	2,3 ± 0,01 %	1×10^{12}
1965	Orsay (Frankreich)	Isochron-Zyklotron	^{40}Ar v	6,2	ca. 10^{12}
1966[2]	Berkeley	HILAC	^{40}Ar f	10,3	6×10^{11}
1969[3]	Berkeley	HILAC	^{40}Ar v	10,3	3×10^{11}
1970[4]	Orsay	Isochron-Zykl. mit Injektor	^{84}Kr v	5 ± 0,8 %	
1971[4/5]	Dubna	Kombination v. Zyklotron und Isochron-Zykl.	^{132}Xe v	6	3×10^9
1972[3/4/5]	Berkeley	Super-HILAC[6]	^{238}U v	8,5 ± 0,5 %	ca. 10^{11}
1974[3/4/5]	Darmstadt (BRD)	UNILAC[7]	^{238}U v	10,5 ± 0,3 %[8]	3×10^{12}

f = feste Energie, v = variable Energie.

1 Erste Veröffentlichung bzw. erster erfolgreicher Betrieb.
2 W. Ramler, *Arkiv för Fysik* 36,4 (1966) 19, 26.
3 Ch. Schmelzer und D. Böhne, *UNILAC-Bericht 3-69*.
4 *Nucl. Instr. Meth.* 97 (1971) 1 ff.
5 *GSI-Bericht 72-4*, Darmstadt 1972, Anhang I, p. 36 ff.
6 Experimentell ungünstige Handhabung (manuell).
7 Vollautomatischer Betrieb angestrebt.
8 Die Energieschärfe kann mit einem Debuncher auf ± 0,02 % gesteigert werden.

Anhang 22

Entwicklung der Forschungsfront: Schwerionenbeschleuniger-Projekte[1]

Jahr	Ort	Name	Typ	Kosten (Mio. DM)	Schwerstes Ion	Energie (MeV/A)	Strahlintensität (sec^{-1})
1966[2,3]	Berkeley (USA)	Omnitron	AG-Synchrotron mit Speicherring	100	^{238}U v	>6 400	$>10^{11}$ $>10^{10}$
1966[2,3]	Argonne (USA)	HIVEC	Isochron-Zyklotron	52	^{40}Ar v	6	5×10^{11}
1966[2,3]	Oak Ridge (USA)	King Tut	Kombination von EN- und TU-Tandem	48	^{81}Br v	4,7	3×10^{11}
1966[2]	Heidelberg (BRD)	UNILAC	Hf-Linearbeschl.	40	^{238}U v	>10±0,5%	$>10^{12}$
1966[2]	Berkeley (USA)	Super-HILAC	Hf-Linearbeschl.		^{84}Kr f	10	10^{8}
1966[2,4]	Burlington (USA)		Kombination von MP- und TU-Tandem	24	^{208}Pb v	6	3×10^{11}
1968[2]	Frankfurt (BRD)	HELAC	Hf-Linearbeschl.	10,5	^{238}U v	10±0,3%	$>10^{12}$
1969[5]	Lyon (Frankreich)		Hf-Linearbeschl.		^{238}U v	10±1%	
1969[5]	Dubna (UdSSR)		Isochron-Zyklotron		^{132}Xe v	6±0,2%	10^{11}
1969[5]	Daresbury (England)		30 MV-Tandembeschl.		v		
1969	An verschiedenen Orten der USA insgesamt 10 Entwürfe bzw. Studien für energievariable Isochron-Zyklotrone mit Injektor, die alle Ionen bis zum Uran auf 5 ... 10 MeV/A beschleunigen können[6]. - Weitere 10 Entwürfe bzw. Studien in verschiedenen Ländern (ohne nähere Angaben).						

f = feste Energie; v = variable Energie

1 Die Angaben für 1969 wurden entnommen: *Schwerionenkonferenz V*, p. 491 ff.; *Nucl. Instr. Meth. 97* (1971) 1 ff.; *Nucl. Instr. Meth. 93* (1971) 557; Ch. Schmelzer und D. Böhne, *UNILAC-Bericht 3-69* (= P. Lapostolle and A. Septier (eds.), *Linear Accelerators*, Amsterdam 1970, chapter D).

2 Baureifer Entwurf.

3 W. Ramler, *Arkiv för Fysik* 36,4 (1966) 19.

4 *Physics Today* 9 (1967) 67.

5 Studie.

6 Siehe auch: M. Blann, *Heavy Ion Accelerators of the Future*. In: *Nucl. Instr. Meth.* 97 (1971) 1; insbesondere p. 10 f. und Table 1.

Anhang 23

Isochron-Zyklotrone in der internationalen nuclear physics community

Zyklotron-Konferenz	Jahr	Anzahl (kumuliert)	*Wichtige Geräte* Ort	Ion	Maximale Energie (MeV)
	1957	0			
	1958	2	Delft (Niederlande)[1]	Protonen	12
			Urbana (USA)	Protonen	15
I Sea Island (USA)	1959	5	Dubna (UdSSR)	Deuteronen	13
			Harwell (England)	Protonen	3
			Moskau (UdSSR)	Deuteronen	32
II Los Angeles (USA)	1962	10	Los Angeles	$H^{\pm}$	50
			Berkeley	Protonen[2]	60
			Oak Ridge	Protonen[2]	70
III Genf (Schweiz)[3]	1963	15	*Karlsruhe*[4]	Deuteronen	50
IV Gatlinburg (USA)	1966	25	Alma-Ata (UdSSR)	Protonen	40
			Orsay (Frankreich)[5]	N^{5+}	140

Quellen: AEG (Hrsg.), *AEG – 10 Jahre* . . ., a.a.O., p. 43; *Proc. Conf. Isochr. Cycl.*, Gatlinburg 1966.

1 Erstes Isochron-Zyklotron überhaupt (gebaut von Philips).
2 Wurde Ende der 60er Jahre auch zur Schwerionen-Beschleunigung benutzt.
3 Die Konferenz wurde bei CERN abgehalten.
4 Erstes Isochron-Zyklotron der AEG.
5 Erstes speziell für Schwerionen-Kernphysik gebautes Isochron-Zyklotron.

Anhang 24

MP-Tandem: Forschungsprogramm in Yale (USA) 1966/67

Am MP-Tandem in Yale arbeiteten 1966/67 6 Professoren, 6 promovierte Physiker und 20 graduierte Studenten an folgendem Forschungsprogramm.[1]

1. Präzisions-Massenbestimmungen – (p,n), (p,2n) etc. – Schwellen.
2. Analogzustände
(a) Leichte Kerne: ^{13}N, ^{24}Mg
(b) Schwere Kerne: Bi
3. Spektroskopie
(a) Untersuchungen mittels Streukammer
(I) Astrophysik: ^{6}He, ^{10}C etc.
(II) Kerngestalten und Kopplung in der sd-Schale
(d,d), (d,d'), (d,t), (d,p), bei ^{28}Si, ^{32}S, etc.
(III) Modelluntersuchungen in der Bleigegend
Reaktionen: (p,p'), (p,d), (p,t), (^{3}He,d), (^{4}He,t) etc.
(IV) Modelluntersuchungen im Gebiet von Zinn und Nickel
Reaktionen: (p,d), (p,t), (^{3}He,d)
(b) Gamma-Goniometer
(I) Studien an ^{19}F und ^{38}K
Reaktionen: (p,p'γ), (^{4}He,$^{4}He'\gamma$), (d,$^{4}He\gamma$)
(II) Systematische Untersuchungen in der f7/2-Schale
(p,p'γ), (^{4}He,$^{4}He'\gamma$), (^{4}He,pγ)
(c) Multigap-Spektrograph
(I) Messungen mit hoher Auflösung in der Bleigegend
(II) Untersuchungen von Stärkefunktionen
(III) Spektroskopie der seltenen Erden
4. Strahlungseinfang in und oberhalb der Riesenresonanz
Reaktionen: (p,γ), (^{4}He,γ), (d,γ), (^{3}He,γ)
5. Coulombanregung: durch Messung der Gammastrahlung
(a) Bandmischung und Spektroskopie der Übergangskerne
(b) Elektromagnetische Momente angeregter Zustände
6. Neutron-Neutron-Wechselwirkung
T(p,2p)^{2}n-Reaktionen

1 D. A. Bromley, *Proc. Int. Conf. Nucl. Structure*, Tokio 1967, p. 252.

7. Untersuchungen zum Reaktionsmechanismus
(a) Spinabhängigkeit bei direkten Reaktionen
(b) Orbitalzustände bei der ^{4}He-Streuung
(c) Wechselwirkungsmechanismen komplexer Kerne.

Anhang 25

Internationale Konferenzen über Schwerionen-Kernphysik[1]

Konferenz	Jahr	Ort	Dauer (Tage)	Teilnehmer Anzahl	Teilnehmer Länder	Teilnehmer aus USA	UdSSR	England	Frankr.	BRD	Sonstige	Beiträge[2] exp.	Beiträge[2] theor.
I	1958	Gatlinburg (USA)	3	79	5	71	–	5	1	–	2	20	6
II	1960	Gatlinburg	2,5	112	5	104	–	4	–	–	4	35	6
III	1963	Asilomar (USA)	5	136	15	102	3	5	5	5	16	46	22[3]
IV	1966	Dubna (UdSSR)[4]	6	?	~ 11	~15	>55	?	~ 14	~5	?	41	3
V.	1969	Heidelberg (BRD)	4	296	23	52	6	12	54	97	75	78[5]	26[6]

1 Die Berichte dieser Schwerionenkonferenzen (Proceedings) zitieren wir im Text als *Schwerionenkonferenz I* etc.
2 Die Unterscheidung »experimenteller« und »theoretischer« Beiträge ist nicht frei von Willkür zu treffen. Die theoretischen Arbeiten zur Schwerionen-Kernphysik sind größtenteils phänomenologisch orientiert und schließen eng an die Experimente an; andererseits enthalten auch die experimentellen Arbeiten mehr oder weniger breite theoretische Interpretationen; die Übergänge sind fließend.
3 2 Beiträge aus der BRD.
4 Da keine Proceedings mit Teilnehmerlisten erschienen, sind die Angaben unsicher. Sie beruhen auf einer Auswertung des Konferenzprogramms und auf einer privaten Mitteilung von Dr. W. von Oertzen (Heidelberg).
5 Darunter 15 »apparative« Beiträge, insbesondere zu Beschleuniger-Projekten.
6 28 Beiträge aus der BRD.

Anhang 26

Publikationen über Schwerionen-Kernphysik

1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964
0	10	18	14	63	92	90	93	119

1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973
85	74	87	124	109	189	256	298	

Quelle: Physics Abstracts, verschiedene Jahrgänge.

Es ist bemerkenswert, daß nach einer ersten Phase schnellen Wachstums bis 1961 das Wachstum langsamer wird und nach 1964 sogar ein Rückgang zu verzeichnen ist. Es folgt eine Periode mit uneinheitlichem Verlauf, die erst ab 1969 wieder durch eine starke Wachstumsphase abgelöst wird.

Hierfür dürften zwei Bedingungen maßgebend sein. Mit dem Aufkommen neuartiger verbesserter Experimentiergeräte wächst zunächst die Zahl der Arbeiten und Publikationen. Gleichzeitig werden aber die an den traditionellen Geräten möglichen Untersuchungen immer weniger interessant und ergiebig für Publikationen, so daß das Wachstum insgesamt langsamer wird und – wenn auch der mit den neuartigen Geräten zugängliche Phänomenbereich ausgeschöpft ist – in Stagnation oder Rückgang der Publikationsrate umschlägt.

Anhang 27

Die Entstehung der GSI

Jahr	Zentraler atompolitischer Lenkungsapparat der BRD	Nuclear physics community: BRD	Nuclear physics community: Ausland
1953			1. spezieller Schwerionenbeschleuniger in Oak Ridge (USA) in Betrieb
1955	Gründung des BMAt		Erste Spekulationen über superschwere Elemente (Wheeler, USA)
1956	Gründung der DAtK und Untergliederungen		
1957	Breite	AEG beginnt mit der Entwicklung von Isochron-Zyklotronen	HILAC am UCRL in Berkeley (USA) in Betrieb
1958	Förderung der kernphysikalischen Grundlagenforschung	Beginn der Wendelbeschleunigerentwicklung in Frankfurt Schmelzer erhält einen Ruf nach Heidelberg	Schwerionenkonferenz I in Gatlinburg (USA) 1. EN-Tandem-Beschleuniger in Chalk River (Kanada) in Betrieb
1960	(»Gießkannen--prinzip«)	Beginn der Arbeiten am UNILAC	Schwerionenkonferenz II in Gatlinburg (USA)
1961		EN-Tandem am MPI für Kernphysik Heidelberg in Betrieb	

Jahr	Zentraler atompolitischer Lenkungsapparat der BRD	Nuclear physics community: BRD	Nuclear physics community: Ausland
1963	*4. Mai:* DAtK verabschiedet *2. Atomprogramm* Dieses legt Priorität auf Entwicklung von Schwerionenbeschleunigern	Hortig (Heidelberg) schlägt einen Pendelbeschleuniger für Schwerionen vor	Schwerionenkonferenz III in Asilomar (USA)
1964	Umfrage des AK II/3 »Kernphysik« über Beschleunigerpläne	Gründung der UNILAC-Studiengruppe in Heidelberg	Stromstarkes Zyklotron für Ionen bis ^{40}Ar in Dubna (UdSSR) in Betrieb
1965	Memorandum des AK II/3 zur Beschleunigerpolitik: Schwerionenbeschleuniger sollen baureif entwickelt und auch gebaut werden	Klein (Frankfurt) beginnt mit den Studien zum HELAC	1. MP-Tandem-Beschleuniger in Yale (USA) in Betrieb 1. spezielles Schwerionen-Isochron-Zyklotron in Orsay (Frankreich) in Betrieb
1966		Überlegungen Schoppers über größeren Beschleuniger für das IKF	Konferenz über Isochron-Zyklotrone in Gatlinburg (USA)
	Reorganisation der DAtK	*9. August:* Gründung der KAH *Dezember:* Memorandum »KAH I«; die KAH startet »Angriff auf die Geldgeber«	Schwerionenkonferenz IV in Dubna (UdSSR)

Jahr	Zentraler atompolitischer Lenkungsapparat der BRD	Nuclear physics community: BRD	Nuclear physics community: Ausland
1967	*9. Januar:* AK II/1 »Physik« befürwortet Schwerionenbeschleuniger für hessisches Ausbildungszentrum Kernphysik *Nov./Dez.:* DAtK und Bundeskabinett verabschieden *3. Atomprogramm:* Schwerionenbeschleuniger soll gebaut werden	UNILAC baureif MP-Tandem am MPI für Kernphysik in Heidelberg in Betrieb *August:* Beginn der Initiative zur Errichtung eines Schwerionenbeschleunigers im KFZK	Zahlreiche Projekte für universelle Schwerionenbeschleuniger, insbesondere Isochron-Zyklotrone, insbesondere in USA
1968	*März:* Forschungsminister Stoltenberg ersucht Hessen und Baden-Württemberg um Standort- und Finanzvorschläge *Juni:* Beginn des abschließenden Beratungsverfahrens zum Schwerionenprojekt *29. Oktober:* AK II/1 entscheidet: Schwerionenbeschleuniger nach Darmstadt	HELAC baureif	Die Schwerionenprojekte werden aus finanziellen Gründen (Budgetkürzungen in USA!) fast alle nicht verwirklicht
1969	*Mai:* Endgültige Standortentscheidung durch BMwF und Bundes-	Schwerionenkonferenz V in Heidelberg	

Jahr	Zentraler atompolitischer Lenkungsapparat der BRD	Nuclear physics community: BRD	Nuclear physics community: Ausland
	kabinett: Schwerionenbeschleuniger wird bei Darmstadt errichtet *17. Dezember:* Gründung der GSI durch den Bund und das Land Hessen		
1970		*März:* Konstitution des Wissenschaftlichen Rates der GSI *Juli:* Wissenschaftlicher Rat und Wissenschaftliches Direktorium der GSI legen die zu bauende Beschleunigerstruktur fest: UNILAC nach Schmelzer *31. 12.:* GSI hat 94 Mitarbeiter	
1971	*19. Oktober:* DAtK wird aufgelöst *Dezember:* Konstitution des Fachausschusses Kernforschung und Kerntechnik beim BMBW	Erste Aufträge für UNILAC-Komponenten erteilt *31. 12.:* GSI hat 161 Mitarbeiter	Gekoppelte Zyklotrone für Ionen bis ^{132}Xe in Dubna (UdSSR) in Betrieb
1972	Konstitution des Sachverständigenkreises »Kernphysik und		Super-HILAC in Berkeley (USA) in Betrieb; Ionen bis ^{238}U[1]

Jahr	Zentraler atompolitischer Lenkungsapparat der BRD	Nuclear physics community BRD	Ausland
	Schwerionenforschung« beim BMBW		
		28. 6. 73: Richtfest bei GSI	
1974		*Ende '74:* Probebetrieb des UNILAC	[1]Erreicht wurde bis Mitte '74 lediglich Krypton-84

Anhang 28

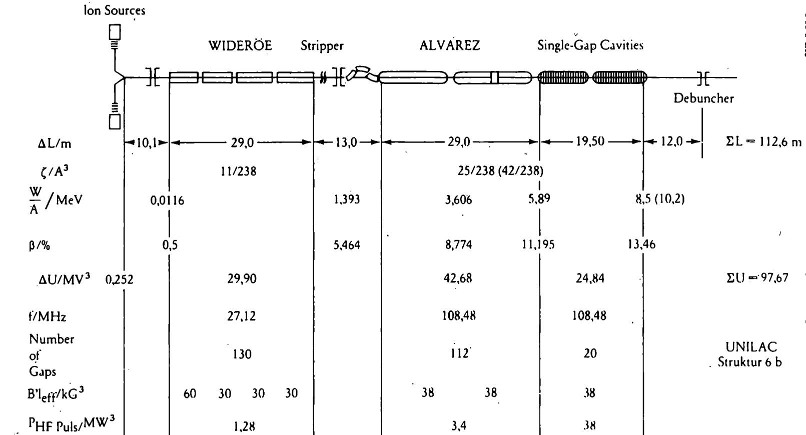
Schwerionenbeschleuniger-Projekte in der BRD

Projekt	Ort	Arbeitsgruppe	Phys.-techn. Grundlagen-studien	Entwick-lung	Bau-reife	Bau	Schwer-stes Ion	Max. Energie (MeV/A)
UNILAC	Heidelberg	Schmelzer et al.	ab 1960	ab 1962	~ 1967	1971–74	^{238}U	10,5 ± 0,3 %[1]
HELAC	Frankfurt	Dänzer, Klein et al.	ab 1957[2]	ab 1966	~ 1968	nicht	^{238}U	10 ± 0,3 %[1]
Pendel-beschleuniger	Heidelberg/ Freiburg	Hortig et al., Schmidt/Rössle et al.	ab 1962	ab 1967	~ 1974[3]	nicht		
VICKSI	HMI Berlin		ab 1970	[5]	[5]	1972–76	^{40}Ar	6 ± 0,1 %
TALIX	GSI Darmstadt /Heidelberg /Frankfurt	Bock, Grosse, Klein et al.	[6]	1970[6]	1971	nicht	^{81}Br	5,5 ± 0,1 %

1 Die Energieschärfe kann mit einem »Debuncher« auf etwa das Zehnfache gesteigert werden.
2 Zunächst war nicht an Schwerionenbeschleunigung gedacht.
3 Alle Parameter sind so weit faßbar, daß auf Wunsch ein baureifer Entwurf ausgearbeitet werden könnte.
4 Ausbau bzw. Erweiterung vorhandener Geräte.
5 Entwicklung und Bau durch die schwedische Firma Scanditronix.
6 Nutzung der Vorarbeiten der Frankfurter HELAC-Gruppe.

Erläuterung der Bezeichnungen

ΔL/m:	Länge in Metern
ζ/A:	Spezifische Ionenladung in Einheiten Elementarladung pro Nukleonenmasse
$\frac{W}{A}$/MeV	Energie je Nukleon in MeV
β/%	Ionengeschwindigkeit in % der Lichtgeschwindigkeit
ΔU/MV:	Äquivalente durchfallene Gleichspannung in MegaVolt
f/MHz:	Frequenz der beschleunigenden elektromagnetischen Felder in MegaHertz
Number of gaps	Anzahl der Beschleunigungsspalte
$B'l_{eff}$/kG:	Gradient des magnetischen (Quadrupol-) Fokussierungsfeldes x Strahlöffnung in kiloGauss
P_{HFPuls}/MW:	Hochfrequenz-Pulsleistung in MegaWatt



1 Nach: R. W. Müller, *Das UNILAC-Projekt, GSI-Bericht 72-9*, Darmstadt 1972, Abb. 2 (unveröffentlicht).
2 Die wirklich gebaute Struktur enthält vor und hinter dem Stripper je eine Wendelsektion.
3 Die in der Abbildung angegebenen Parameterwerte gelten für ^{238}U.

Anhang 30

Kostenschätzungen für das BRD-Schwerionenprojekt[1/2]

	KAH I (1966)	Schmelzer (1966)	Schmelzer (1968)	GfK (1968)	Sesemann (1969) Darmstadt	Sesemann (1969) Karlsruhe	Lautz (1969) Darmstadt	Lautz (1969) Karlsruhe	KAH III (1969)
Grundstück und Erschließung	+	+	+	+	6,03	1,56	5,38	1,74	6,7
Beschleuniger	25[3]	20,5	28,6	28,6					28,6
					52,50	52,50	52,50	52,50	(21,6[4])
Beschleuniger- und Experimentiergebäude	25[3]	18,2	+	8,2					14,0
Zusätzlich notwendige Bauten und Anlagen	+	+	+	10,9	33,00	20,32	26,00	22,92	32,2
Gesamt	+	+	+	52,5[5]	91,53	74,38	83,88	77,16	81,5
Betriebskosten (für 10 Jahre)	60–80[3]	41	44	61	93	68,8	73,5	68,2	11,4

* Keine Angaben.
1 Alle Beträge in Mio. DM.
2 Die Schätzungen sind nur bedingt vergleichbar, da sie teilweise von unterschiedlichen Voraussetzungen hinsichtlich der zusätzlich zu Beschleuniger und -gebäuden notwendigen Labors und Experimentiereinrichtungen ausgehen.
3 Grobe Schätzung.
4 Erstellungskosten für den HELAC (alle sonstigen Angaben beziehen sich auf den UNILAC).
5 Enthält 10% Sicherheitszuschlag für »Unvorhergesehenes«.

Anhang 31

Die Finanzierung der GSI[1]

Jahr	BMBW/ BMFT	Land Hessen	Sonstige	Gesamt	Ausgaben (kumuliert)
1970	5,3	1,1	0,014	6,4	6,4
1971	14,0	5,1	0,445	19,5	25,9
1972	36,0	6,5	1,355	43,9	69,8
1973[2]	44,9	15,2	3,5	63,6	133,4
1974[2]	49,6	12,0	4,2	65,8	199,2
1975[2]	46,1	5,9	3,6	55,6	254,8
1976[2]	41,9	4,6	1,3	47,8	302,6

Quelle: Angaben der GSI.

1 Alle Beträge in Mio. DM.
2 Haushaltssoll bzw. mittelfristige Finanzplanung.

Anhang 32

Personalentwicklung bei der GSI[1]

1. Beschäftigte nach Berufsgruppen.

Jahr[2]	1970	1971	1972	1973	1974
Wissenschaftler	13	30	50	55	80
Techniker	34	55	80	97	106
Facharbeiter	4	6	10	22	43
Sonstige	4	28	35	48	70
Gesamt	55	119	175	222	299

2. Beschäftigte nach Tätigkeitsbereichen.

Jahr[2]	1970	1971	1972	1973	1974
Geschäftsführung/ Wiss. Direktorium	2	7	9	13	19
UNILAC	49	79	121	149	195
Forschung	–	7	10	13	18
Verwaltung	1	15	19	25	30
Sonstige	3	11	16	22	37

Quelle: Angaben der GSI.

1 Nur Planstellen-Inhaber.
2 Jeweils zum 31. 3.

Anhang 33

Von GSI geförderte Forschungsprogramme an Hochschulen[1]

Problem		Hochschule
Targettechnologie	Targetuntersuchungen	Darmstadt
		Marburg
	Dünne hochradioaktive Targets	München
Transport-einrichtungen	Helium-Jet	Gießen
		Marburg
		München
Detektor-entwicklung	Sekundärelektronenemissions-detektor	Darmstadt
	Festkörperdetektor	Darmstadt
		Gießen
	Teilchenspurdetektor	Frankfurt
	Ortsempfindliches Proportional-zählrohr	Frankfurt
Chemische Verfahren	Schnelle Trennung aus wäßrigen Lösungen	Mainz
	Schnelle Verflüchtigung aus Feststoffen	Darmstadt
		Heidelberg
		Mainz
Quellen hoch-geladener Ionen	Penning-Quelle mit axialer Extraktion	Heidelberg
	EBIS-Quelle	Frankfurt
		Gießen
	MPIG-Quelle	Marburg
Flugzeit-spektrometer	Flugzeitspektrometer	Frankfurt
		Heidelberg
		Marburg
Rückstoß-Spektrometer	Rückstoß-Spektrometer	Gießen
	HF-Separator	Darmstadt

1 Nur experimentelle Aktivitäten.

Problem		Hochschule
α-, β-, γ-Spektrometer	Konversionselektronenspektrometer	Heidelberg
		Darmstadt
	ß-Koinzidenz-Spektrometer	Frankfurt
Isotopenseparatoren	Isotopenseparator	Gießen
		Mainz
		Marburg
	Separatortargets und -ionenquellen	Darmstadt
		Heidelberg
		Mainz
		Marburg

Hochschulort	Anzahl der Arbeitsgruppen
Darmstadt	7
Marburg	6
Frankfurt	5
Gießen	5
Heidelberg	5
Mainz	4
München	2

Anhang 34

Vorläufiges Arbeitsprogramm der GSI[1]

Spezielle wissenschaftliche Probleme	Meßprobleme	Apparaturen
1. Superschwere Kerne und Elemente	a) Nachweis, Identifizierung b) Zerfallseigenschaften c) Chemische Eigenschaften d) Bildungsreaktionen	Chemische Trennapparaturen Schnelle Transporteinrichtungen Isotopenseparatoren Rückstoßspektrometer Z-Detektoren α-, β-, γ-, Röntgen-Spektrometer
2. Zerfallseigenschaften exotischer Kerne 1. p- und 2p-Zerfall 2. β-verzögerte p-, n-, α-Emission und Spaltung 3. Neue Gebiete der Kerndeformation, Übergangskerne 4. Hochspinzustände 5. Präzisionsmassenbestimmungen über Q-Wert-Messungen	a) Spektroskopie aller Korpuskularstrahlen b) Spektroskopie von γ- und Röntgenstrahlen c) Koinzidenzmessungen d) Winkelkorrelationsmessungen e) Messungen von Konversions-Koeffizienten	Spektrometer für alle Strahlenarten Mehrparameter-Systeme Chemische Trennapparaturen Isotopenseparatoren Rückstoßspektrometer
3. Kernreaktionen und Kernspaltung 1. Elastische Streupotentiale (Quasimoleküle) 2. Fusionsquerschnitte; Zerfall des Kompoundkerns im Yrastgebiet	a) Teilchenidentifizierung und Energiebestimmung b) Messung von Winkelverteilungen und Anregungsfunktionen	Streukammern mit Teleskopen für Teilchen-Spektroskopie und ortsempfindliche Detektoren γ-Spektrometer

1 Stand: Februar 1972.

Spezielle wissenschaftliche Probleme	Meßprobleme	Apparaturen
3. Effekte bei extrem hohem Drehimpuls 4. Multi-Nukleon Transfer 5. Josephson-Transfer 6. Coulombspaltung 7. Spaltisomerie und Halbwertzeiten für Spontanspaltung 8. Dreifachspaltung	c) Korrelationen von Ejektilen d) Teilchen-γ-Koinzidenzen e) Nachweis der Kernspaltung f) Energiemessung an den Spaltprodukten g) Ausbeutemessungen an Spaltprodukten	Magnetspektrometer Flugzeitspektrometer Chemische Trennapparaturen Spaltspurennachweis Mehrparametersysteme für Teilchennachweis
4. *Coulomb-Anregung*		
1. Coulomb-Spaltung 2. Coriolis-Anti-Pairing 3. Zentrifugaldehnung	a) γ-Spektren b) γ-Teilchen-Koinzidenzen c) Winkelkorrelationen d) Lebensdauer, Übergangswahrscheinlichkeiten e) Spaltprodukte	γ-Spektrometer Teilchen-Spektrometer
5. *Atomphysik*		
1. Reichweitemessungen 2. Spez. Ionisationsmessungen 3. Umladungsquerschnitte 4. beam-foil-Spektroskopie 5. Stoßexperimente	a) Energiemessungen an schweren Ionen b) Magnetische Ablenkung zur $\frac{q}{A}$-Messung c) UV-Spektroskopie d) Röntgen-Spektroskopie	Ionisationskammern Ablenkmagnete Streukammer mit verschiebbarem Target Si(Li)-Dioden Kristallspektrometer Vakuum-UV-Spektrometer

Anhang 35

Vorläufiger Zeitplan für die experimentelle Erstausstattung der GSI (Stand: Februar 1972)

1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976

(1) Chemische Trennapparaturen

(2) Isotopenseparator — Erprobung in Mainz

(3) Isotopenseparator — Marburg

(4) Streukammer

(5) Streukammer

(6) Flugzeitapparatur — Erprobung

(7) Strahltrenner

(8) Breitbandspektrometer

(9) Rückstoßspektrometer

(10) Atomphysikalische Experimente

Planung - - - - - - -   Bau ———   Betriebsphase ▨

Literaturverzeichnis[1]

AEG (Hrsg.), *AEG – 10 Jahre AEG-Kernenergieanlagen*, Berlin-Grunewald 1967.

J. A. Allen, *Scientific innovation and industrial prosperity*, Amsterdam, London, New York 1967.

Atom – Reaktoren – Energie – Forschung in Deutschland, Sprendlingen 1965.

Atomrecht (herausgegeben vom Institut für Energierecht an der Universität Bonn), Düsseldorf 1961.

E. Bagge, K. Diebner, K. Jay, *Von der Uranspaltung bis Calder Hall*, Hamburg 1957.

B. Barnes (ed.), *Sociology of science*, Harmondsworth/England 1972.

J. D. Bernal, *Die Wissenschaft in der Geschichte*, Berlin 1961.

L. Brandt, *Forschen und Gestalten*, Köln und Opladen 1962.

C. von Braunmühl, K. Funken, M. Cogoy, J. Hirsch, *Probleme einer materialistischen Staatstheorie*, Frankfurt 1973.

P. Bulthaup, *Zur gesellschaftlichen Funktion der Naturwissenschaften*, Frankfurt 1973.

E. U. Condon, H. Odishaw (eds.), *Handbook of Physics*, New York etc. 1967.

DFG (Hrsg.), *Bericht der Deutschen Forschungsgemeinschaft 1953*, Bad Godesberg 1953.

DFG (Hrsg.), *Denkschrift zur Lage der Physik*, Wiesbaden 1958.

DFG (Hrsg.), *Kolloquium über Forschungsplanung*, Wiesbaden 1971.

DFG (Hrsg.), *Stand und Rückstand der Forschung in Deutschland*, Wiesbaden 1964.

DPG (Hrsg.), *Der Physiker in der BRD*, Hamburg 1973.

H. Eickemeyer, *Abschlußbericht des Deutschen Forschungsrates*, München 1953.

Epoche Atom und Automation. Band III: *Die Kernenergie*, Frankfurt 1958.

Die Europäische Atomgemeinschaft. Schriftenreihe zum Handbuch

1 Enthält nicht die von uns zitierten Periodika und Konferenzberichte sowie nicht im Handel befindliche Druckerzeugnisse (z. B. Forschungsberichte von Instituten, Memoranden, Sonderdrucke von Bundesministerien, Firmenprospekte).

für Europäische Wirtschaft Heft 2, Baden-Baden und Frankfurt 1957.
Forschung '73, Frankfurt 1973.
E. Gaul, *Atomenergie oder Ein Weg aus der Krise?*, Reinbek bei Hamburg 1974.
R. Gerwin, *Atomenergie in Deutschland*, Düsseldorf und Wien 1964.
R. Gilpin, Ch. Wright (eds.), *Scientists and national policy making*, New York and London 1964.
St. Groueff, *Projekt ohne Gnade*, Gütersloh 1968.
W. Heisenberg, *Der Teil und das Ganze*, München 1973.
F.-W. Henning, *Die Industrialisierung in Deutschland 1800-1914*, Paderborn 1973.
J. Hirsch, *Wissenschaftlich-technischer Fortschritt und politisches System*, Frankfurt 1970.
Ders., *Staatsapparat und Reproduktion des Kapitals*, Frankfurt 1974.
Hochschulverband (Hrsg.), *Die Lehrstühle an den wissenschaftlichen Hochschulen in der BRD*, verschiedene Jahrgänge.
A. F. Hollemann, E. Wiberg, *Lehrbuch der Anorganischen Chemie*, Berlin 1964.
J. Huffschmid, *Die Politik des Kapitals*, Frankfurt 1969.
R. Jungk, *Heller als tausend Sonnen*, Bern und Stuttgart 1963.
Ders., *Die große Maschine*, Bern und München 1966.
Ch. Kievenheim, A. Leisewitz (Hrsg.), *Soziale Stellung und Bewußtsein der Intelligenz*, Köln 1973.
H. Krauch, *Die organisierte Forschung*, Neuwied am Rhein und Berlin 1970.
Ders., *Prioritäten für die Forschungspolitik*, München 1970.
Th. S. Kuhn, *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*, Frankfurt 1967.
P. Lapostolle and A. Septier (eds.), *Linear Accelerators*, Amsterdam 1970.
E. Larsen, *Erfindungen und kein Ende*, Frankfurt 1956.
K. H. Lindackers et al., *Kernenergie*, Reinbek bei Hamburg 1972.
U. Lohmar, *Wissenschaftsförderung und Politik-Beratung*, Bielefeld 1968.
V. von Massow, *Organisation der Wissenschaft und der Wissenschaftsförderung in der BRD*, Frankfurt und Bonn 1968.
B. Moldenhauer, *Atomwirtschaft in der BRD*, Frankfurt 1975.
F. Naschold, W. Väth, *Politische Planungssysteme*, Opladen 1973.
Niels Bohr and the development of physics, London 1955.

OECD (ed.), *Reviews of national science policy, United Kingdom – Germany*, Paris 1967.
C. Offe, *Strukturprobleme des kapitalistischen Staates*, Frankfurt 1972.
H. Orlans, *Contracting for atoms*, Washington 1967.
W. Pohrt (Hrsg.), *Wissenschaftspolitik – von wem, für wen, wie?*, München 1973.
M. A. Preston, *Physics of the nucleus*, Reading/Mass., Palo Alto, London 1962.
R. Rilling, *Kriegsforschung und Vernichtungswissenschaft in der BRD*, Köln 1970.
U. Rödel, *Forschungsprioritäten und technologische Entwicklung*, Frankfurt 1972.
R. Rübherdt, *Geschichte der Industrialisierung*, München 1972.
H. K. Rupp, *Außerparlamentarische Opposition in der Ära Adenauer*, Köln 1970.
Schleswig-holsteinisches Innenministerium (Hrsg.), *Atom, Wirklichkeit – Segen – Gefahr*, Kiel 1960.
J. Sobotta, *Das Bundesministerium für wissenschaftliche Forschung*, Bonn 1969.
Ders. (Gesamtredaktion), *Staat, Wissenschaft und Wirtschaft als Partner*, Berlin und Wien 1967.
I. S. Spiegel-Rösing, *Wissenschaftsentwicklung und Wissenschaftssteuerung*, Frankfurt 1973.
Stifterverband (Hrsg.), *Vademecum deutscher Lehr- und Forschungsstätten*, verschiedene Jahrgänge.
Ders. (Hrsg.), *Memorandum zur Förderung der Wissenschaftsforschung in der BRD*, Essen 1973.
Süddeutsche Bank AG (Hrsg.), *Atom – Ein neuer Wirtschaftsfaktor*, o. O. 1956.
Taschenbuch für Atomfragen, Bonn (verschiedene Ausgaben; 1959: herausgegeben von W. Cartellieri, A. Hocker, W. Schnurr; 1960/61: herausgegeben von W. Cartellieri, A. Hocker, A. Weber, W. Schnurr; 1964: herausgegeben von W. Cartellieri, A. Hocker, A. Weber; 1968: herausgegeben von W. Cartellieri, H. von Heppe, A. Hocker, A. Weber).
W. Ternäben, *Handbuch der Atomwirtschaft*, Hagen (Westf.) 1956 usw.
Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke e. V. (Hrsg.), *Atomenergie – Wege zur friedlichen Anwendung*, Frankfurt 1956.

A. M. Weinberg, *Probleme der Großforschung*, Frankfurt 1970.
Ch. Weiner (ed.), *Exploring the History of Nuclear Physics*, New York 1972.
P. Weingart, *Die amerikanische Wissenschaftslobby*, Düsseldorf 1970.
Ders. (Hrsg.), *Wissenschaftssoziologie 1*, Frankfurt 1972.
Ders. (Hrsg.), *Wissenschaftssoziologie 2*, Frankfurt 1974.
C. F. von Weizsäcker, *Die Verantwortung der Wissenschaft im Atomzeitalter*, Göttingen 1957.
K. Winnacker, *Nie den Mut verlieren*, Düsseldorf, Wien 1971.
Die Wissenschaft von der Wissenschaft (verfaßt von einem Autorenkollektiv am Institut für Philosophie der Karl-Marx-Universität Leipzig), Berlin 1968.
Wissenschaftsrat, *Empfehlungen des Wissenschaftsrates zum Ausbau der wissenschaftlichen Hochschulen bis 1970*, o. O. 1967.

Verzeichnis der Abkürzungen

AECL	Atomic Energy of Canada Ltd.
AGF	Arbeitsgemeinschaft für Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen
AK	Arbeitskreis der Deutschen Atomkommission
AtP	Atomprogramm
atw	Atomwirtschaft – Atomtechnik (vom Verlag Handelsblatt GmbH in Düsseldorf herausgegebene Zeitschrift)
BMAt	Bundesministerium für Atomfragen bzw. Bundesministerium für Atomkernenergie und Wasserwirtschaft
BMBW	Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft
BMFT	Bundesministerium für Forschung und Technologie
BMwF	Bundesministerium für wissenschaftliche Forschung
CEA	Commissariat à l' Energie Atomique (französische Atombehörde)
CERN	Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire
DAtF	Deutsches Atomforum e. V.
DAtK	Deutsche Atomkommission
DESY	Deutsches Elektronen-Synchrotron
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
DFR	Deutscher Forschungsrat
DPG	Deutsche Physikalische Gesellschaft e. V.
FEI	Forschung, Entwicklung, Innovation
FK	Fachkommission der Deutschen Atomkommission
GeV	GigaElektronenvolt (Milliarden Elektronenvolt; kernphysikalische Energieeinheit)
GfK	Gesellschaft für Kernforschung mbH, Karlsruhe
GKSS	Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schiffahrt mbH, Hamburg
GSI	Gesellschaft für Schwerionenforschung mbH, Darmstadt
HELAC	Helix Linear Accelerator (Wendellinearbeschleuniger)
HILAC	Heavy Ion Linear Accelerator
HMI	Hahn-Meitner-Institut für Kernforschung GmbH, Berlin
HVEC	High Voltage Engineering Corp., Burlington/Mass. (USA)
IAEA	International Atomic Energy Agency, Wien
IAPF	Institut für Angewandte Physik der Universität Frankfurt/Main

IKF	Institut für Kernphysik der Universität Frankfurt/Main
ILL	Institut Max von Laue – Paul Langevin, Grenoble (Frankreich)
IPP	Institut für Plasmaphysik GmbH, Garching bei München
KAH	Kernphysikalische Arbeitsgemeinschaft Hessen
KAH I	Memorandum (der KAH) zur Errichtung eines gemeinsamen Ausbildungszentrums für Kernphysik der Hessischen Hochschulen Darmstadt, Frankfurt und Marburg (1966)
KAH II	Memorandum (der KAH) zur Errichtung des Schwerionenbeschleunigers »UNILAC« im Land Hessen (Juli 1968)
KAH III	Gesichtspunkte (der KAH) zur Errichtung und Nutzung eines Laboratoriums für Schwerionenforschung SILAB (März 1969)
KFA	Kernforschungsanlage Jülich Gmbh
KFZK	Kernforschungszentrum Karlsruhe
MeV	MegaElektronenvolt (Millionen Elektronenvolt; kernphysikalische Energieeinheit)
MIT	Massachusetts Institute of Technology, Cambridge/Mass. (USA)
MPG	Max-Planck-Gesellschaft
MPI	Max-Planck-Institut
mrem	milliRöntgen-equivalent-man (Maßeinheit für biologisch wirksame Dosis radioaktiver Strahlung)
MW_e	MegaWatt elektrische Leistung
MW_{th}	MegaWatt thermische Leistung
ORNL	Oak Ridge National Laboratory (USA)
SILAB	Schwerionen-Laboratorium
TALIX	Tandem-Helix-Beschleuniger
TfAt	Taschenbuch für Atomfragen (verschiedene Jahrgänge)
UCRL	University of California Radiation Laboratory, Berkeley/Cal. (USA)
UKAEA	United Kingdom Atomic Energy Authority
UNILAC	Universal Linear Accelerator
USAEC	United States Atomic Energy Commission
VDEW	Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke e. V.
VICKSI	Van de Graaff – Isochron – Cyclotron – Kombination für Schwere Ionen

699 Wolfgang Lempert, Berufliche Bildung als Beitrag zur gesellschaftlichen Demokratisierung
700 Peter Weiss, Gesang vom Lusitanischen Popanz
701 Sozialistische Realismuskonzeptionen.
702 Claudio Napoleoni. Ricardo und Marx. Herausgegeben von Cristina Pennavaja
704 Joachim Hirsch, Staatsapparat und Reproduktion des Kapitals
705 Neues Hörspiel O-Ton. Der Konsument als Produzent. Herausgegeben von Klaus Schöning
707 Franz Xaver Kroetz, Oberösterreich, Dolomitenstadt Lienz, Maria Magdalena, Münchner Kindl
708 Was ist Psychiatrie? Herausgegeben von Franco Basaglia
709 Kirche und Klassenbindung. Herausgegeben von Yorick Spiegel
710 Rosa Luxemburg oder Die Bestimmung des Sozialismus. Herausgegeben von Claudio Pozzoli
711 Rudolf Rocker, Aus den Memoiren eines deutschen Anarchisten
712 Hartwig Berger, Untersuchungsmethoden und soziale Wirklichkeit
713 Werkbuch über Tankred Dorst. Herausgegeben von Horst Laube
715 Karsten Prüß, Kernforschungspolitik in der Bundesrepublik Deutschland
718 Perspektiven der kommunalen Kulturpolitik. Herausgegeben von Hilmar Hoffmann
719 Peter M. Michels, Bericht über den Widerstand in den USA
722 Jürgen Becker, Umgebungen
724 Otwin Massing, Politische Soziologie
726 Ernst Bloch, Ästhetik des Vor-Scheins 1
727 Peter Bürger, Theorie der Avantgarde
728 Beulah Parker, Meine Sprache bin ich
731 Gesellschaft, Beiträge zur Marxschen Theorie 2
732 Ernst Bloch, Ästhetik des Vor-Scheins 2
736 Noam Chomsky, Aus Staatsraison
737 Louis Althusser, Für Marx
740 Bertolt Brecht, Das Verhör des Lukullus. Hörspiel
741 Klaus Busch, Die multinationalen Konzerne
744 Gero Lenhardt, Berufliche Weiterbildung und Arbeitsteilung in der Industrieproduktion
747 Gunnar Heinsohn, Rolf Knieper, Theorie des Familienrechts
775 Horn, Luhmann, Narr, Rammstedt, Röttgers, Gewaltverhältnisse und die Ohnmacht der Kritik
777 Caspar David Friedrich und die deutsche Nachwelt. Herausgegeben von Werner Hofman

Alphabetisches Verzeichnis der edition suhrkamp

Abdel-Malek, Ägypten 503
Abendroth, Sozialgeschichte 106
Achternbusch, Löwengebrüll 439
Achternbusch, L'Etat c'est moi 551
Adam, Südafrika 343
Adorno, Drei Studien zu Hegel 38
Adorno, Eingriffe 10
Adorno, Impromptus 267
Adorno, Kritik 469
Adorno, Jargon der Eigentlichkeit 91
Adorno, Moments musicaux 54
Adorno, Ohne Leitbild 201
Adorno, Stichworte 347
Adorno, Zur Metakritik der Erkenntnistheorie 590
Über Theodor W. Adorno 429
Aggression und Anpassung 282
Ajgi, Beginn der Lichtung 448
Alff, Der Begriff Faschismus 465
Alfonso, Guatemala 457
Althusser, Für Marx 737
Andersch, Die Blindheit 133
Antworten auf H. Marcuse 263
Araujo, Venezuela 494
Architektur als Ideologie 243
Architektur und Kapitalverwertung 638
Artmann, Frankenstein/Fleiß 320
Über Artmann 541
Arzt und Patient in der Industriegesellschaft, hrsg. von O. Döhner 643
Aspekte der Marxschen Theorie I 632
Aspekte der Marxschen Theorie II 633
Aue, Blaiberg 423
Augstein, Meinungen 214
Autonomie der Kunst 592
Autorenkollektiv Textinterpretation, Projektarbeit als Lernprozeß 675
Baczko, Weltanschauung 306
Baran, Unterdrückung 179
Baran, Zur politisch. Ökonomie 277
Baran/Sweezy, Monopolkapital 636
Barthelme, Dr. Caligari 371
Barthes, Mythen des Alltags 92
Barthes, Kritik und Wahrheit 218
Barthes, Literatur 303
Basaglia, Die abweichende Mehreit 537
Basso, Theorie d. polit. Konflikts 308
Baudelaire, Tableaux Parisiens 34
Baumgart, Literatur f. Zeitgen. 186
Becker, H. Bildungsforschung 483
Becker, H. / Jungblut, Strategien der Bildungsproduktion 556
Becker, Felder 61
Becker, Ränder 351
Becker, Umgebungen 722
Über Jürgen Becker 552
Beckett, Aus einem Werk 145
Beckett, Fin de partie · Endspiel 96
Materialien zum ›Endspiel‹ 286
Beckett, Das letzte Band 389
Beckett, Warten auf Godot 3
Behrens, Gesellschaftsausweis 458
Beiträge zur Erkenntnistheorie 349
Benjamin, Hörmodelle 468
Benjamin, Das Kunstwerk 28
Benjamin, Über Kinder 391
Benjamin, Kritik der Gewalt 103
Benjamin, Städtebilder 17
Benjamin, Versuche über Brecht 172
Über Walter Benjamin 250
Bentmann/Müller, Villa 396
Berger, Untersuchungsmethoden 712
Bergman, Wilde Erdbeeren 79
Bernhard, Amras 142
Bernhard, Fest für Boris 440
Bernhard, Prosa 213
Bernhard, Ungenach 279
Bernhard, Watten 353
Über Thomas Bernhard 401
Bertaux, Hölderlin 344
Birnbaum, Die Krise der industriellen Gesellschaft 386
Black Power 438
Bloch, Ch. Die SA 434
Bloch, Avicenna 22
Bloch, Ästhetik des Vor-Scheins 1 726
Bloch, Ästhetik des Vor-Scheins 2 732
Das antizipierende Bewußtsein 585
Bloch, Christian Thomasius 193
Bloch, Durch die Wüste 74
Bloch, Hegel 413
Bloch, Pädagogica 455
Bloch, Tübinger Einleitung I 11
Bloch, Tübinger Einleitung II 58
Bloch, Über Karl Marx 291
Bloch, Vom Hasard zur Katastrophe 534
Bloch, Widerstand und Friede 257
Über Ernst Bloch 251
Block, Ausgewählte Aufsätze 71
Blumenberg, Wende 138
Boavida, Angola 366

Bødker, Zustand Harley 309
Böhme, Soz.- u. Wirtschaftsgesch. 253
Bond, Gerettet. Hochzeit 461
Bond, Schmaler Weg 350
Brandt u. a., Zur Frauenfrage im Kapitalismus 581
Brandys, Granada 167
Braun, Gedichte 397
v. Braunmühl, Kalter Krieg u. friedliche Koexistenz 625
Brecht, Antigone/Materialien 134
Brecht, Arturo Ui 144
Brecht, Ausgewählte Gedichte 86
Brecht, Baal 170
Brecht, Baal der asoziale 248
Brecht, Brotladen 339
Brecht, Das Verhör des Lukullus 740
Brecht, Der gute Mensch 73
Materialien zu ›Der gute Mensch‹ 247
Brecht, Der Tui-Roman 603
Brecht, Die Dreigroschenoper 229
Brecht, Die heilige Johanna 113
Brecht, Die heilige Johanna / Fragmente und Varianten 427
Brecht, Die Maßnahme 415
Brecht, Die Tage der Commune 169
Brecht, Furcht und Elend 392
Brecht, Gedichte aus Stücken 9
Brecht, Herr Puntila 105
Brecht, Im Dickicht 246
Brecht, Jasager – Neinsager 171
Brecht, Julius Caesar 332
Brecht, Kaukasischer Kreidekreis 31
Materialien zum ›Kreidekreis‹ 155
Brecht, Kuhle Wampe 362
Brecht, Leben des Galilei 1
Materialien zu Brechts ›Galilei‹ 44
Brecht, Leben Eduards II. 245
Brecht, Mahagonny 21
Brecht, Mann ist Mann 259
Brecht, Mutter Courage 49
Materialien zu Brechts ›Courage‹ 50
Materialien zu ›Die Mutter‹ 305
Brecht, Die Mutter. Regiebuch 517
Brecht, Realismus 485
Brecht, Schauspieler 384
Brecht, Schweyk 132
Brecht, Schweyk im zweiten Weltkrieg 604
Brecht, Simone Machard 369
Brecht, Politik 442
Brecht, Theater 377
Brecht, Trommeln in der Nacht 490
Brecht, Über Lyrik 70
Broch, Universitätsreform 301
Materialien zu Hermann Brochs »Die Schlafwandler« 571
Brödl, Der kluge Waffenfabrikant 558
Brödl, fingerabdrücke 526
Brooks, Paradoxie im Gedicht 124
Brudziński, Katzenjammer 162
Brus, Funktionsprobleme 472
Brus, Wirtschaftsplanung 547
Bubner, Dialektik u. Wissenschaft 597
Bürger, Franz. Frühaufklärung 525
Bürger, Theorie der Avantgarde 727
Bulthaup, Zur gesellschaftlichen Funktion der Naturwissenschaften 670
Burke, Dichtung 153
Burke, Rhetorik 231
Busch, Die multinationalen Konzerne 741
Cabral de Melo Neto, Gedichte 295
Carr, Neue Gesellschaft 281
Caspar David Friedrich und die deutsche Nachwelt, herausgg. von Werner Hofmann 777
Celan, Ausgewählte Gedichte 262
Über Paul Celan 495
Chasseguet-Smirgel, Psychoanalyse der weiblichen Sexualität 697
Chomsky, Verantwortlichkeit 482
Chomsky, Aus Staatsraison 736
Clemenz, Zur Entstehung des Faschismus 550
Cooper, sychiatrie 497
Córdova/Michelena, Lateinam. 311
Córdova, Heterogenität 602
Cosić, Wie unsere Klaviere 289
Creeley, Gedichte 227
Crnčević, Staatsexamen 192
Crnjanski, Ithaka 208
Dalmas, schreiben 104
Damus, Entscheidungsstrukturen 649
Daviĉo, Gedichte 136
Deutsche und Juden 196
Determinanten der westdeutschen Restauration 1945–1949 575
Di Benedetto, Stille 242
Die Expressionismus-Debatte, herausgegeben von H.-J. Schmitt 646
Die Kommune in der Staatsorganisation 680
Dobb, Organis. Kapitalismus 166
Dorst, Eiszeit 610
Dorst, Toller 294
Werkbuch über Tankred Dorst 713
du Bois-Reymond, Strategien kompens. Erziehung 507
Dunn, Battersea 254
Duras, Ganze Tage in Bäumen 80
Duras, Hiroshima mon amour 26
Eckensberger, Sozialisationsbedingungen 466

Eckstein, Hochschuldidaktik 536
Eich, Abgelegene Gehöfte 288
Eich, Botschaften des Regens 48
Eich, Mädchen aus Viterbo 60
Eich, Setúbal. Lazertis 5
Eich, Unter Wasser 89
Über Günter Eich 402
Eichenbaum, Aufsätze 119
Eliot, Die Cocktail Party 98
Eliot, Der Familientag 152
Eliot, Mord im Dom 8
Eliot, Staatsmann 69
Eliot, Was ist ein Klassiker? 33
Emmerich, Volkstumsideologie 502
Enzensberger, Blindenschrift 217
Enzensberger, Deutschland 203
Enzensberger, Einzelheiten I 63
Enzensberger, Einzelheiten II 87
Enzensberger, Gedichte 20
Enzensberger, Landessprache 304
Enzensberger, Das Verhör von Habana 553
Enzensberger, Palaver 696
Über H. M. Enzensberger 403
Eschenburg, Über Autorität 129
Euchner, Egoismus u. Gemeinwohl 614
Existentialismus und Marxismus 116
Fanon, Algerische Revolution 337
Fassbinder, Antiteater 443
Fassbinder, Antiteater 2 560
Filho, Corpo vivo 158
Fleischer, Marxismus 323
Fleißer, Materialien 594
Folgen einer Theorie 226
Foralismus 191
Foucault, Psychologie 272
Frauen gegen den § 218 546
Frauenarbeit – Frauenbefreiung 637
Franzen, Aufklärungen 66
Freeman/Cameron/McGhie, Schizophrenie 346
Freyberg, Sexualerziehung 467
Frisch, Ausgewählte Prosa 36
Frisch, Biedermann 41
Frisch, Chinesische Mauer 65
Frisch, Don Juan 4
Frisch, Stücke 154
Frisch, Graf Öderland 32
Frisch, Öffentlichkeit 209
Frisch, Zürich – Transit 161
Über Max Frisch 404
Fromm, Sozialpsychologie 425
Gäng/Reiche, Revolution 228
Gastarbeiter 539
Gefesselte Jugend 514
Geiss, Studien über Geschichte 569
Germanistik 204
Gesellschaft 1 695
Gesellschaft 2 731
Goeschel/Heyer/Schmidbauer, Soziologie d. Polizei 1 380
Goethe, Tasso. Regiebuch 459
Grass, Hochwasser 40
Gravenhorst, Soz. Kontrolle 368
Grote, Alles ist schön 274
Gründgens, Theater 46
Grynberg, Der jüdische Krieg 588
Guérin, Am. Arbeiterbewegung 372
Guérin, Anarchismus 240
Guggenheimer, Alles Theater 150
Goffman, Asyle 678
Haavikko, Jahre 115
Haavikko, Gedichte 641
Habermas, Logik d. Soz. Wissensch. 481
Habermas, Protestbewegung 354
Habermas, Technik und Wissenschaft 287
Habermas, Legitimationsprobleme im Spätkapitalismus 623
Hacks, Das Poetische 544
Hacks, Stück nach Stücken 122
Hacks, Zwei Bearbeitungen 47
Hamelink, Horror vacui 221
Handke, Die Innenwelt 307
Handke, Kaspar 322
Handke, Publikumsbeschimpfung 177
Handke, Wind und Meer 431
Handke, Ritt üb. d. Bodensee 509
Über Peter Handke 518
Hannover, Rosa Luxemburg 233
Hartig/Kurz, Sprache 453
Haug, Antifaschismus 236
Haug, Kritik d. Warenästhetik 513
Haug, Bestimmte Negation 607
Hayden, Prozeß von Chicago 477
Hecht, Sieben Studien über Brecht 570
Philosophie Hegels 441
Heinsohn/Knieper, Familienrecht 747
Heller, Nietzsche 67
Heller, Studien zur Literatur 42
Heller, Hypothese zu einer marxistischen Werttheorie 565
Henrich, Hegel 510
Hennig, Thesen zur dt. Sozial- und Wirtschaftsgeschichte 662
Hennicke, Probleme des Sozialismus 640
Herbert, Ein Barbar 1 111
Herbert, Ein Barbar 2 365
Herbert, Gedichte 88
Hess/Mechler, Ghetto ohne Mauern 606
E. Hesse, Beckett. Eliot. Pound 491
Hesse, Geheimnisse 52
Hesse, Späte Prosa 2

Hesse, Tractat vom Steppenwolf 84
Heydorn, Neufassung des Bildungsbegriffs 535
Hildesheimer, Das Opfer Helena 118
Hildesheimer, Interpretationen 297
Hildesheimer, Mozart/Beckett 190
Hildesheimer, Nachtstück 23
Hildesheimer, Walsers Raben 77
Über Wolfgang Hildesheimer 488
Hinton, Fanshen 566/67
Hirsch, Wiss.-tech. Fortschritt 437
Hirsch/Leibfried, Bildungspolitik 480
Hirsch, Staatsapparat 704
Hochman/Sonntag, Camilo Torres 363
Hobsbawm, Industrie 1 315
Hobsbawm, Industrie 2 316
Hochmann, Thesen zu einer Gemeindepsychiatrie 618
Hofmann, Abschied 399
Hofmann, Stalinismus 222
Hofmann, Universität, Ideologie 261
Hofmann-Axthelm, Theorie der künstlerischen Arbeit 682
Höllerer, Gedichte 83
Hondrich, Theorie der Herrschaft 599
Horlemann/Gäng, Vietnam 173
Horlemann, Konterrevolution 255
Horn, Dressur oder Erziehung 199
Horn, Gruppendynamik 538
Horn u. a., Gewaltverhältnisse 775
Hortleder, Ingenieur 394
Hortleder, Ingenieure in der Industriegesellschaft 663
Materialien zu Ödön von Horváth 436
Materialien zu. Ödön v. Horváths ›Geschichten aus dem Wiener Wald‹ 533
Materialien zu Horváths ›Glaube Liebe Hoffnung‹ 617
Materialien zu Horváths ›Kasimir und Karoline‹ 611
Über Ödön von Horváth 584
Horvat, B., Die jugosl. Gesellschaft 561
Hrabal, Die Bafler 180
Hrabal, Tanzstunden 126
Hrabal, Zuglauf überwacht 256
Über Peter Huchel 647
Hüfner, Straßentheater 424
Huffschmid, Politik des Kapitals 313
Huppert, Majakowskij 182
Hyry, Erzählungen 137
Imperialismus und strukturelle Gewalt. Herausgg. von Dieter Senghaas 563
Information über Psychoanalyse 648
Institutionen in prim. Gesellsc. 195
Jaeggi, Literatur u. Politik 522
Jakobson, Kindersprache 330
Janker, Aufenthalte 198
Jaric, Geh mir aus der Sonne 524
Jauß, Literaturgeschichte 418
Jedlička, Unterwegs 328
Jendryschik, Frost und Feuer 635
Jensen, Epp 206
Johnson, Das dritte Buch 100
Johnson, Karsch 59
Über Uwe Johnson 405
Jonke, Glashausbesichtigung 504
Jonke, Leuchttürme 452
Joyce, Dubliner Tagebuch 216
Materialien zu Joyces Dubliner 357
Jugendkriminalität 325
Juhász, Gedichte 168
Kalivoda, Marxismus 373
Kantowsky, Indien 543
Kasack, Das unbekannte Ziel 35
Kaschnitz, Beschreibung 188
Kidron, Rüstung und wirtschaftl. Wachstum 464
Kipphardt, Hund des Generals 14
Kipphardt, Joel Brand 139
Kipphardt, Oppenheimer 64
Kipphardt, Die Soldaten 273
Kipphardt, Stücke I 659
Kipphardt, Stücke II 677
Kirche und Klassenbindung 709
Kirchheimer, Polit. Herrschaft 220
Kirchheimer, Politik u. Verfassung 95
Kirchheimer, Funktionen des Staats 548
Kleemann, Studentenopposition 381
Kluge, Öffentlichkeit und Erfahrung 639
Kluge, Lernprozesse mit tödlichem Ausgang 665
Kolko, Besitz und Macht 239
Kovač, Schwester Elida 238
Kracauer, Straßen von Berlin 72
Krämer-Badoni/Grymer/Rodenstein, Bedeutung des Automobils 540
Krasiński, Karren 388
Kritische Friedensforschung 478
Kritische Friedenserziehung 661
Kristl, Sekundenfilme 474
KRIWET, Apollo Amerika 410
Kroetz, Drei Stücke 473
Kroetz, Neue Stücke 586
Kroetz, Oberösterreich 707
Krolow, Ausgewählte Gedichte 24
Krolow, Landschaften für mich 146
Krolow, Schattengefecht 78
Über Karl Krolow 527
Kruuse, Oradour 327
Kuckuk, Räterepublik Bremen 367
Kuda, Arbeiterkontrolle 412
Kühn, Grenzen des Widerstands 531

Kühn, Unternehmen Rammbock 683
Kühnl/Rilling/Sager,Die NPD 318
Lagercrantz, Nelly Sachs 212
Laing, Phänomenologie 314
Laing/Cooper, Vernunft und Gewalt
Laing/Phillipson/Lee, Interpers. Wahrnehmung 499
Lange, Gräfin 360
Lange, Hundsprozeß/Herakles 260
Lange, Marski 107
Lefebvre, Marxismus 99
Lefebvre, Materialismus 160
Lefebvre, Soziologie nach Marx 568
Lefèvre W. Hist. Charakter bürgerl. Soziologie 516
Lehrlingsprotokolle 511
Lehrstück Lukacs 554
Leibfried, Angepaßte Universität 265
Lempert, Berufliche Bildung 699
Lempert, Leistungsprinzip 451
Lenhardt, Berufliche Weiterbildung 744
Lenin 383
Lévi-Strauss, Totemismus 128
Liberman, Methoden der Wirtschaftslenkung im Sozialismus 688
Lichtheim, Konzept der Ideologie 676
Liebel/Wellendorf, Schülerselbstbefreiung 336
Linhartová, Diskurs 200
Linhartová, Geschichten 141
Linhartová, Haus weit 416
Lissagaray, pariser Commune 577
Loewenstein, Antisemitismus 241
Lorenzer, Kritik 393
Lorenzer, Gegenstand der Psychoanalyse 572
Loschütz, Gegenstände 470
Loschütz, Sofern die Verhältnisse es zulassen 583
Lotman, Struktur des künstlerischen Textes 582
Majakowskij, Verse 62
Malecki, Spielräume 333
Malerba, Schlange 312
Mandel, Marxistische Wirtschaftstheorie Band 1 und 2 595/96
Mandel, Der Spätkapitalismus 521
Mándy, Erzählungen 176
Marcuse, Befreiung 329
Marcuse, Konterrevolution u. Revolte 591
Marcuse, Kultur u. Gesellschaft I 101
Marcuse, Kultur u. Gesellschaft II 135
Marcuse, Theorie d. Gesellschaft 300
Marković, Dialektik der Praxis 285
Marx und die Revolution 430
Massing, Pol. Soziologie 724
Mayer, Anmerkungen zu Brecht 143
Mayer, Anmerkungen zu Wagner 189
Mayer, Das Geschehen 342
Mayer, Radikalismus, Sozialismus 310
Mayer, Repräsentant 463
Mayer, Über Peter Huchel 647
Mayoux, Über Beckett 157
Meier, ›Demokratie‹ 387
Merleau-Ponty, Humanismus I 147
Merleau-Ponty, Humanismus II 148
Michaels, Loszittern 409
Michel, Sprachlose Intelligenz 270
Michels, Widerstand in den USA 719
Michelsen, Drei Akte. Helm 140
Michelsen, Drei Hörspiele 489
Michelsen, Stienz. Lappschiess 39
Michiels, Das Buch Alpha 121
Michiels, Orchis militaris 364
Minder, ›Hölderlin‹ 275
Kritik der Mitbestimmung 358
Mitscherlich, Krankheit I 164
Mitscherlich, Krankheit II 237
Mitscherlich, Unwirtlichkeit 123
Materialien zu Marieluise Fleißer 594
Moore, Geschichte der Gewalt 187
Monopol und Staat herausgg. v. Rolf Ebbighausen 674
Moral und Gesellschaft 290
Moser, Repress. Krim.psychiatrie 419
Moser/Künzel, Gespräche mit Eingeschlossenen 375
Most, Kapital und Arbeit 587
Müller, Philoktet. Herakles 5 163
Mueller, Wolf/Halbdeutsch 382
Münchner Räterepublik 178
Mukařovský, Ästhetik 428
Mukařovský, Poetik 230
Myrdal, Aufsätze u. Reden 492
Myrdal, Objektivität 508
Napoleoni, Ökonom. Theorien 244
Napoleoni. Ricardo und Marx, herausgg. von Cristina Pennavaja 702
Nápravník, Gedichte 376
Neues Hörspiel O-Ton, herausgg. von K. Schöning 705
Negt, Öffentlichkeit und Erfahrung 639
Negt, Gesellschaftsstrukturen 589
Neumann-Schönwetter, Psychosexuelle Entwicklung 627
Neuendorff, Begriff des Interesses 608
Nezval, Gedichte 235
Neues Hörspiel 476
Nossack, Das Mal u. a. Erzählungen 97
Nossack, Das Testament 117
Nossack, Der Neugierige 45
Nossack, Der Untergang 19

Nossack, Literatur 156
Nossack, Pseudoautobiograph. Glossen 445
Über Hans Erich Nossack 406
Kritik der Notstandsgesetze 321
Nowakowski, Kopf 225
Nyssen, Polytechnik in der BRD 573
Obaldia, Wind in den Zweigen 159
v. Oertzen, Die soziale Funktion 660
Oevermann, Sprache und soziale Herkunft 519
Oglesby/Shaull, Am. Ideologie 314
Offe, Strukturprobleme 549
Olson, Gedichte 112
Ossowski, Besonderheiten der Sozialwissenschaften 612
Ostaijen, Grotesken 202
Padilla, Außerhalb des Spiels 506
Parker, Meine Sprache 728
Parow, Psychotisches Verhalten 530
Pavlović, Gedichte 268
Penzoldt, Zugänge 6
Peripherer Kapitalismus, herausgg. von Dieter Senghaas 652
Perspektiven der kommunalen Kulturpolitik, herausgg. von Hilmar Hoffmann
Pinget, Monsieur Mortin 185
Plädoyer f. d. Abschaff. d. §. 175 175
Ponge, Texte zur Kunst 223
Poss, Zwei Hühner 395
Pozzoli, Rosa Luxemburg 710
Preuß, Studentenschaft 317
Preuß, Legalität und Pluralismus 626
Price, Ein langes Leben 120
Probleme der intern. Beziehungen 593
Probleme des Sozialismus und der Übergangsgesellschaften 640
Probleme einer materialistischen Staatstheorie, herausgg. von J. Hirsch 617
Prokop, Massenkultur u. Spontaneität 679
Pross, Bildungschancen 319
Pross/Boetticher, Manager 450
Proust, Tage des Lesens 37
Prüß, Kernforschungspolitik 715
Psychoanalyse als Sozialwiss. 454
Queneau, Mein Freund Pierrot 76
Queneau, Zazie in der Metro 29
Raddatz, Verwerfungen 515
Rajewsky, Arbeitskampfrecht 361
Recklinghausen, James Joyce 283
Reform des Literaturunterrichts, herausgg. H. Brackert/W. Raitz 672
Reinshagen, Doppelkopf. Marilyn Monroe 486
Reymond, Neuköllner Schulbuch, 2 Bände 681
Riedel, Hegels Rechtsphilosophie 355
Riedel, System und Geschichte 619
Riesman, Freud 110
Rigauer, Sport und Arbeit 348
Ritter, Hegel 114
Rivera, Peru 421
Robinson, Ökonomie 293
Rocker, Aus den Memoiren eines deutschen Anarchisten 711
Rödel, Forschungsprioritäten 523
Roehler, Ein angeschw. Mann 165
Röhr, Prostitution 580
Romanowiczowa, Der Zug 93
Ronild, Die Körper 462
Rosenberg, Sozialgeschichte 340
Rózewicz, Schild a. Spinngeweb 194
Runge, Bottroper Protokolle 271
Runge, Frauen 359
Runge, Reise nach Rostock 479
Russell, Probleme d. Philosophie 207
Russell, Wege zur Freiheit 447
Sachs, Ausgewählte Gedichte 18
Sachs, Das Leiden Israels 51
Salvatore, Büchners Tod 621
Sandkühler, Praxis 529
Sanguineti, Capriccio italiano 284
Sarduy, Bewegungen 266
Sarraute, Schweigen. Lüge 299
Schäfer/Edelstein/Becker, Probleme der Schule 496
Schäfer/Nedelmann, CDU-Staat 370
Schedler, Kindertheater 520
Scheugl/Schmidt jr., Eine Subgeschichte des Films, 2 Bände 471
Schiller/Heyme, Wallenstein 390
Schklowskij, Schriften zum Film 174
Schklowskij, Zoo 130
Schlaffer, Der Bürger als Held 624
Schmidt, Ordnungsfaktor 487
Schneider/Kuda, Arbeiterräte 296
Schnurre, Kassiber/Neue Gedichte 94
Scholem, Judentum 414
Schoof, Erklärung 484
Schram, Die perm. Revolution 151
Schule und Staat, herausgg. von K. Hartmann, F. Nyssen, H. Waldeyer 694
Schumm-Garling, Herrschaft in der industriellen Arbeitsorganisation 528
Schütze, Rekonstrukt. d. Freiheit 298
Sechehaye, Tagebuch einer Schizophcenen 613
Segmente der Unterhaltungsindustrie 651
Senghaas, Rüstung und Militarismus 498

Setzer, Wahlsystem in England 664
Shaw, Caesar und Cleopatra 102
Shaw, Die heilige Johanna 127
Shaw, Der Katechismus 75
Skinas, Fälle 338
Sohn-Rethel, Geistige und körperliche Arbeit 555
Sohn-Rethel, Ökonomie und Klassenstruktur des deutschen Faschismus 630
Sonnemann, Institutionalismus 280
Sozialwissenschaften 411
Sozialistische Realismuskonzeptionen 701
Kritik der Soziologie 324
jsternberger, Bürger 224
Kritik der Strafrechtsreform 264
Streeck, Parteiensystem und Status quo 576
Strindberg, Ein Traumspiel 25
Struck, Klassenliebe 629
Stütz, Berufspädagogik 398
Sweezy, Theor. d. kap. Entwcklg. 433
Sweezy/Huberman, Sozialismus in Kuba 426
Szondi, Über freie Universität 620
Szondi, Hölderlin-Studien 379
Szondi, Theorie des mod. Dramas 27
Szymborska, Salz 600
Tardieu, Museum 131
Technologie und Kapital 598
Teige, Liquidierung 278
Theologie der Revolution 258
Theorie des Kinos 557
Theorie und Praxis des Streiks 385
Tibi, Militär und Sozialismus in der Dritten Welt 631
Tiedemann, Studien zur Philosophie Walter Benjamins 644
Kritik der reinen Toleranz 181
Toulmin, Voraussicht 292
Tschech. Schriftstellerkongreß 326
Tumler, Abschied 57
Tumler, Volterra 108
Tynjanow, Literar. Kunstmihtel 197
Ueding, Glanzvolles Elend 622
Válek, Gedichte 334
Verhinderte Demokratie 302
Vossler, Revolution von 1848 210
Vranicki, Mensch und Geschichte 356
Vyskočil, Knochen 211
Waldmann, Atlantis 15
Walser, Abstecher. Zimmerschl. 205
Walser, Heimatkunde 269
Walser, Der Schwarze Schwan 90
Walser, Die Gallistl'sche Krankheit 689
Walser, Eiche und Angora 16
Walser, Ein Flugzeug 30
Walser, Kinderspiel 400
Walser, Leseerfahrung 109
Walser, Lügengeschichten 81
Walser, Überlebensgroß Krott 55
Walser, Wie und wovon handelt Literatur 642
Über Martin Walser 407
Was ist Psychiatrie?, herausgg. von Franco Basaglia 708
Weber, Über die Ungleichheit der Bildungschancen in der BRD 601
Wehler, Geschichte als Historische Sozialwissenschaft 650
Weiss, Abschied von den Eltern 85
Weiss, Fluchtpunkt 125
Weiss, Gesang vom Lusitanischen Popanz 700
Weiss, Gespräch 7
Weiss, Jean Paul Marat 68
Materialien zu ›Marat/Sade‹ 232
Weiss, Nacht/Mockinpott 345
Weiss, Rapporte 276
Weiss, Rapporte 2 444
Weiss, Schatten des Körpers 53
Über Peter Weiss 408
Wekwerth, Notate 219
Wellek, Konfrontationen 82
Wellmer, Gesellschaftstheorie 335
Wesker, Die Freunde 420
Wesker, Die Küche 542
Wesker, Trilogie 215
Winckler, Studie 417
Winckler, Kulturwarenproduktion 628
Wirth, Kapitalismustheorie in der DDR 562
Witte, Theorie des Kinos 557
Wispelaere, So hat es begonnen 149
Wittgenstein, Tractatus 12
Über Ludwig Wittgenstein 252
Wolf, Danke schön 331
Wolf, Fortsetzung des Berichts 378
Wolf, mein famili 512
Wolf, Pilzer und Pelzer 234
Über Ror Wolf 559
Wolff, Liberalismus 352
Wosnessenskij, Dreieckige Birne 43
Wünsche, Der Unbelehrbare 56
Wünsche, Jerusalem 183
Zahn, Amerikan. Zeitgenossen 184

ISBN 3-518-00715-7 <120C